SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Mladen Puljić

OŠTRICA U PREŽIVLJAVANJU ČOVJEKA U PRIRODI

(diplomski rad)

Mentor:

doc.dr.sc. Dražen Harasin

Zagreb, rujan 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Mladen Puljić

OŠTRICA U PREŽIVLJAVANJU ČOVJEKA U PRIRODI

(diplomski rad)

Mentor:

doc.dr.sc. Dražen Harasin

Zagreb, rujan 2012.

S A Ž E C I

OŠTRICA U PREŽIVLJAVANJU ČOVJEKA U PRIRODI

Sažetak

Glavni cilj ovog diplomskog rada bio je prikupiti iz literature relevantne činjenice koje se tiču korištenja oštrice na različitim alatima za rezanje, u svrhu reguliranja osnovnih fizioloških potreba u situaciji preživljavanja čovjeka u prirodi. Također, u radu se pokušalo dovesti u relaciju mehanička svojstva i tehničke karakteristike određenih alata za rezanje sa ljudskim gibanjem koje je potrebno da bi oštrica djelovala na neki objekt. Konačno, ovim radom čitatelj će dobiti širu perspektivu o oštrici u preživljavanju, te na koji način iskoristiti maksimalni potencijal nekog alata za rezanje na najučinkovitiji i najsigurniji način.

Ključne riječi: *(nož, sjekira, pila, zaklon, vatra, voda, hrana, sječenje, rezanje, cijepanje)*

BLADE IN THE SURVIVAL OF HUMAN IN NATURE

Summary

The main goal of this thesis was to gather relevant facts from the literature concerning the use of blades at different cutting tools, for the purpose of regulating basic physiological needs in the situation of human survival in nature. Also, the thesis attempts to bring the relationship of mechanical properties and technical characteristics of certain cutting tools with human locomotion that is required for cutting some object. Finally, the purpose of this paper is that the reader gets a broader perspective on the blade in human survival, and how to use the maximum potential of a cutting tool in the most efficient and safest way.

Key words: *(knife, axe, saw, shelter, fire, water, food, cutting, slicing, chopping)*

S A D R Ž A J

STR:

1. UVOD.....4

1.1. PREŽIVLJAVANJE U PRIRODI.....7

1.2. OŠTRICA U ŽIVOTU I PREŽIVLJAVANJU ČOVJEKA KROZ POVIJEST.....16

2. REZNI ALATI U PREŽIVLJAVANJU.....20

2.1 VRSTE REZNIH ALATA.....21

2.2. PRIMITIVNA TEHNOLOGIJA IZRADE NOŽA.....33

2.3. OŠTRENJE I ODRŽAVANJE OŠTRICE.....39

3. KINEZIOLOŠKA ANALIZA RADA S RAZLIČITIM ALATIMA ZA REZANJE 46

3.1. SIGURNOSNI ASPEKTI KORIŠTENJA ALATA ZA REZANJE.....69

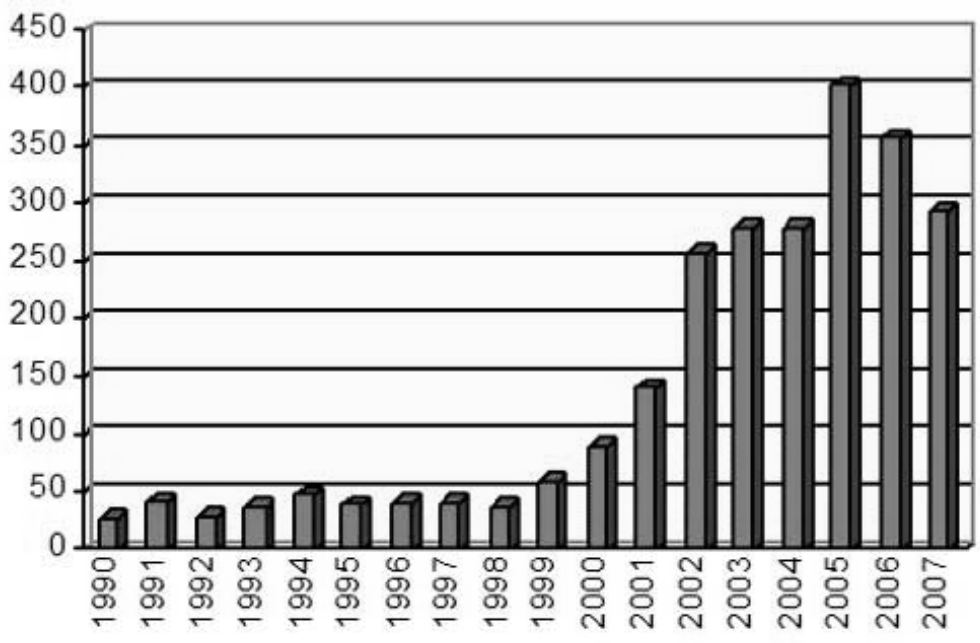
4.ZAKLJUČAK.....74

5. LITERATURA.....75

1. UVOD

Tehnološki razvoj te urbanizacija u posljednje vrijeme čine čovjeka sve ovisnijim o različitim tehnologijama, uređajima i strojevima. U želji za stvaranjem što više slobodnog vremena, danas umjesto čovjeka, strojevi obavljaju većinu svakodnevnih fizičkih poslova koji su sve do nedavno zahtijevali njegov angažman. Također, eksponencijalno širenje i stvaranje novih znanja zahtijevaju sve užu specijalizaciju unutar područja kojim se čovjek bavi, ostavljajući tako vrlo malo ili nimalo vremena za razvoj i bavljenje širokom paletom brojnih drugih znanja i vještina, a sve veća usmjerenost ljudi na razvoj intelektualnih sposobnosti dovela je i do zabrinjavajuće deterioracije motoričkih sposobnosti i znanja. Takvim slijedom događaja stvorena je paradoksalna situacija u kojoj je nerijetko slučaj da ljudi postaju vrhunski obrazovani intelektualci te stručnjaci nekog područja, dok su s druge strane potpuno nesposobni za samoodrživi način života neovisan o modernoj tehnologiji, a primitivne motoričke vještine i znanja življenja i preživljavanja u prirodi su postala potpuna nepoznanica. U današnje vrijeme, veliki dio populacije živi u gradovima potpuno odvojenim od prirode, te se čini da znanja življenja i preživljavanja u prirodi gotovo i nemaju nikakvu vrijednost. Ali kako je moderni način života vrlo stresan i užurban, ljudi se sve više okreću prema aktivnostima u prirodi, jer kako brojna istraživanja pokazuju, boravak u prirodi ima značajan pozitivan utjecaj na psihički i fizički status čovjeka, (Mackay & Neill, 2010; Ryan et. al 2010; Pryor, 2003; Maller et. al 2005; Murphy, 1999; Kaplan, 1989; Straka, 1982). To naravno ne začuđuje, jer netaknuta priroda je stotinama tisuća godina bila čovjekov habitat, tako da je sasvim prirodno da se čovjek u prirodi osjeća dobro te da ona na njega djeluje revitalizirajuće, odnosno, kako tvrdi Thomas (1978, navedeno u Straka, 1982), priroda je intrinzično zdrava za čovjeka. Danas postoji veliki broj konvencionalnih i nekonvencionalnih aktivnosti koje se provode u prirodi, primjerice, brdski biciklizam, orijentacijsko trčanje, planinarenje, lov i ribolov, bushcraft i sl. Sve ove aktivnost nude modernom čovjeku da boravi u prirodi uz određenu razinu tjelesne aktivnosti čime se postiže revitalizirajući učinak. Koliko god ove i slične aktivnosti te općenito boravak u prirodi bio popularan i privlačan, s druge strane uvijek postoji i potencijalna opasnost jer priroda

podrazumijeva nepredvidljiv i nepoznat okoliš koji u vrlo kratkom vremenu može postati vrlo opasan i negostoljubiv, naročito ljudima koji nisu pripremljeni te ne posjeduju potrebna znanja i vještine. Iako se možda čini kako u današnje vrijeme različiti telekomunikacijski uređaji poput mobitela pružaju sigurnost u slučajevima kada je čovjek izgubljen ili ozlijeđen u prirodi, to je samo djelomično istina jer uređaji takve visoke tehnološke kompleksnosti lako mogu zakazati na brojne načine, nakon čega osoba ostaje prepuštena sama sebi te onome što ima uz sebe. Izvještaji HGSS-a (Hrvatske gorske službe spašavanja), pokazuju rastući trend broja akcija spašavanja u razdoblju od 1990.-2007. godine (Dijagram 1), dio objašnjenja ovakvog trenda vjerojatno leži u tome da je u zadnjih desetak godina uvelike porasla upotreba mobitela koji jednostavno i brzo omogućuju poziv u pomoć, što ljudima može dati prividni osjećaj sigurnosti u prirodi. Također, zbog rapidne informatizacije na globalnoj razini, te širenju novih znanja koja su odjednom postala široko i lako dostupna, ljudi se danas mogu detaljno i opsežno informirati o raznim aktivnostima vezanim uz boravak u prirodu, što naravno pobuđuje interes mnogih ljudi da se počnu baviti nekom od aktivnosti te da svoja novostečena teoretska znanja iskušaju i u praksi, odnosno u prirodi.



Dijagram 1. Broj akcija spašavanja Hrvatske gorske službe spašavanja u razdoblju od 1990.-2007. godine (www.gss.hr).

Posjedovanje kvalitetnog noža ili nekog drugog alata za rezanje, te znanje njegovog korištenja u situacijama preživljavanja u prirodi čovjeku mogu osigurati ili uvelike olakšati regulaciju svojih primarnih fizioloških potreba, a tijekom boravka u prirodi će pružiti sigurnost te nesputanost kretanja kroz prirodu. Za razliku od modernih telekomunikacijskih uređaja visoke tehnološke kompleksnosti, rezni alati su niske tehnološke kompleksnosti, zbog čega će rijetko kada zakazati do potpune nefunkcionalnosti, a kada se to i dogodi, oštrica izrađena u prirodi od kamene krhotine, stakla ili komadića metala moći se koristiti za većinu najnužnijih radova koji su potrebni da bi čovjek preživio. Pogrešno bi bilo smatrati kako su znanja korištenja oštrice u prirodi korisna samo u situacijama preživljavanja, jer da bi se oštrica uspješno koristila potrebno je poznavati i određena svojstva materijala iz prirode na koje će se djelovati oštricom, što će posljedično dovesti do razumijevanja nekih prirodnih zakonitosti, te vjerojatno i buđenja interesa za daljnje učenje o prirodi i provođenjem slobodnog vremena u njoj. Prakticiranje i učenje primitivnih znanja i vještina života i preživljavanja u prirodi u posljednje se vrijeme često naziva „buškraft“ (eng. bushcraft), taj termin su popularizirali Richard Graves, Mors Kochanski i Ray Mears. Vrijednost prakticiranja tih vještina i znanja u prirodi je iznimno velika, jer priroda se za razliku od umjetno izgrađenih prostora stalno mijenja i nikada nije ista, te od ljudi konstantno zahtjeva prilagodbu i improvizaciju što je vrlo poticajno za one koji borave u njoj, jer će naučenim vještinama i znanjima često morati dodati i vlastitu količinu kreativnosti i inventivnosti da bi uspješno izvršili neki zadatak, što će svakako djelovati pozitivno na samopouzdanje osobe. Određeni autori (Talbot & Kaplan 1986; Hanson, 1977; Wilson & Lipsey, 2000) su kroz različite programe u prirodi i radne terapije uočili vrlo snažan pozitivan učinak na psihološki status sudionika, a naročito adolescenata i mladih delikvenata, što svakako treba biti poticaj za uvođenje sličnih programa i u našoj zemlji, pogotovo u sklopu osnovnih i srednjih škola. Također, Hinds i Sparks (2008) su utvrdili kako će ljudi koji su odrasli u ruralnim sredinama te su imali više doticaja s prirodom imati više pozitivnih emocionalnih odnosa, snažnije identifikacije, snažnije ponašajne namjere, više pozitivnih stavova te više prihvatljivih subjektivnih normi. Slične rezultate dobili su Kals i suradnici (1999). Dakle, učenje i prakticiranje primitivnih znanja i vještina življenja i preživljavanja u prirodi prije svega ima visoko utilitarnu vrijednost u eventualnim situacijama snalaženja i preživljavanja u prirodi. Ali, pored

toga, to može biti izvrsno sredstvo za različite edukativne i rekreativne programe u prirodi za sve uzraste, radnu terapiji za mlade delikvente, ovisnike o drogama ili alkoholu, „team building“ programe i slično. Izjava Richarda Gravesa (1984:7) vrlo zanimljivo izražava suštinu i vrijednost prakticiranja buškrafta: „*Prakticiranje buškrafta pokazuje mnoge neočekivane rezultate. Sva osjetila su izoštrena i posljedično radost življenja je veća. Sposobnost pojedinca da se prilagodi i improvizira dostiže značajan stupanj. Što pak dovodi do povećanog samopouzdanja. Razvijeno samopouzdanje i sposobnost pojedinca da se prilagodi promjenama okoliša te da prevlada teškoće, rezultirat će bržim napretkom i u svakodnevnom radu. Što opet dovodi do napredovanja i promicanja. Buškraft, razvijanjem prilagodljivost, pruža širenje utjecaja čovjeka na okoliš koji ga okružuje, kao potrebnu suprotnost i protutežu sužavanju utjecaja suvremenom specijalizacijom. Za prakticiranje buškrafta, sve što je potrebno je oštar rezni instrument. Za rad je najprikladniji suhi/mrtvi materijal. Praksa buškrafta čuva i ne uništava biljni i životinjski svijet.*„

1.1. Preživljavanje u prirodi

Nebrojene su potencijalne situacije gdje čovjek može biti primoran preživljavati kraći ili duži vremenski period, te biti prisiljen koristiti specifična znanja i vještine koje nisu toliko uobičajene u periodu normalnih životnih okolnosti. Svejedno je radi li se o prirodnoj katastrofi, ratu, ozljedi tijekom boravka na udaljenim i izoliranim lokacijama, dezorijentiranosti u prirodi popraćenoj nevremenom itd. Osnovni princip preživljavanja je uvijek isti, održati svoje vitalne funkcije te regulirati osnovne fiziološke potrebe. Preživljavanje u prirodi bi se moglo definirati kao situacija koja podrazumijeva okolnosti i uvjete u potpuno ili djelomično prirodnom okolišu koji narušavaju homeostazu čovjeka, na način da su mu uskraćene neke primarne biotičke potrebe. Određenim skupom specifičnih znanja, vještina i postupaka čovjek si uvelike može povećati šanse za preživljavanje. U vrlo općem smislu, većina situacija preživljavanja u prirodi će podrazumijevati slijedeće postupke: Što uočljivije označiti svoj položaj čime će se olakšati pronalazak od strane spasilačkih ekipa, osigurati si sklonište od atmosferskih utjecaja te ujedno prostor u kojemu je moguće osigurati donekle kvalitetan san, održavati normalnu tjelesnu temperaturu, osigurati adekvatnu hidraciju, te u duljim periodima preživljavanja i hranu. Naravno, ovi principi te njihova hijerarhija uvijek će se prilagođavati okolišu, vremenskim uvjetima, trenutnom zdravstvenom stanju čovjeka

te ostalim okolnostima. Kako tvrdi Piantadosi (2003), svaka situacija preživljavanja bit će određenim dijelom pod utjecajem nekih nematerijalnih, nemjerljivih faktora, koji se često svode na termin volja za životom. Ipak, u većini takvih situacija ekvilibrij bioloških i fizikalnih faktora će biti presudan. Koliko god određeni autori htjeli istaknuti značaj volje za životom, činjenica je da je volja za životom inherentna karakteristika svih normalnih i zdravih ljudi, te rečeno krajnje jednostavno, vrlo je rijedak slučaj da je neka osoba preživjela određene ekstremne uvjete, a druga preminula, samo zbog snažnije volje za životom. Također, uvježbavanje vještina i znanja koje su specifične za preživljavanje u određenim uvjetima, te informiranje o tome što sve određena situacija može zahtijevati, uvelike će povećati šanse za preživljavanje. U vrlo stresnim situacijama će dobro uvježbane motoričke radnje pogotovo biti od velike važnosti, jer tada ljudi reagiraju automatski, te će najčešće izvoditi samo već dobro poznate i usvojene obrasce kretanja, što ponekad može biti od životnog značaja (Leach, 1994).

Zaklon

Zaklon podrazumijeva određeni oblik zaštite ljudskog tijela od atmosferskih utjecaja, a primarna mu je svrha u većini slučajeva održavanje normalne tjelesne temperature. Odjeća na ljudskom tijelu predstavlja primarnu zaštitu od vanjskih utjecaja u onoj mjeri u kojoj je čovjek adekvatno odjeven u odnosu na atmosferske prilike. Prosječna će osoba bez odjeće biti u stanju određeno vrijeme održavati relativno konstantnu tjelesnu temperaturu na temperaturama zraka od najniže 12.7° C do najviše 54.4°C, uz uvjet niske vlažnosti zraka (Guyton, 2005), također, temperatura od 25° C se smatra donjom granicom ispod koje osoba bez odjeće počinje osjećati hladnoću, a nakon nekog vremena aktiviraju se i fiziološki mehanizmi poput drhtanja i vazokonstrikcije perifernih krvnih žila, zbog sprječavanja hipotermije (Ashcroft, 2002). Pošto se situacija preživljavanja događa neplanirano, često će biti slučaj da osoba u takvoj situaciji nije adekvatno odjevena, a činjenica da su noću temperature niže nego danju dodatno otežava situaciju. Izrada određenog oblika zaklona će najčešće biti nužna kao kompenzacija neadekvatnoj odjeći, a posjedovanje oštrice uvelike će biti od pomoći. Postoji jako puno mogućih zaklona koji su prikladni određenim situacijama ili okolišu. Zbog toga, slijedeće faktore treba razmotriti prije početka izrade zaklona: broj

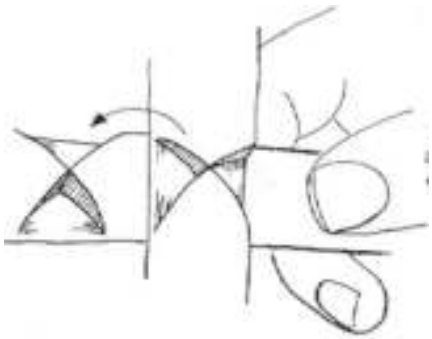
osoba, predviđeni vremenski period u kojem će se koristiti zaklon, zdravstveno stanje osobe, dostupni materijali za izradu, preostalo vrijeme dnevnog svjetla, mogućnost paljenja i održavanje vatre, posjedovanje vreće za spavanje, od čega zaklon primarno treba štititi osobu? Sve su to pitanja koja će determinirati krajnji oblik zaklona (Mears, 1990).

S obzirom da šume zauzimaju oko 30% kopnene površine Zemlje (greenfacts.org, 2005), oko 47% kopnene površine hrvatske (Hrvatske šume, 2006), velika je vjerojatnost da će osoba koja se nađe u situaciji preživljavanja u prirodi imati u svojoj blizini barem neku vrstu pošumljenog područja. U tom slučaju vrlo će vjerojatno moći napraviti zaklon od materijala koje će naći u šumi, koristeći suho drvo s tla, svježe odsječeno drvo, lišće s tla, mahovinu, koru drveta itd.

Prije početka izrade većine tipova skloništa u šumi, na mjestu gdje će se nalaziti sklonište najčešće je potrebno napraviti određenu platformu sličnu krevetu koji će izolirati ljudsko tijelo od kontakta sa hladnom zemljom. Svaka takva konstrukcija će u većoj ili manjoj količini zahtijevati odsijecanje nekoliko čvršćih drvenih motki za okvir platforme te u svom najjednostavnijem obliku popunjavanjem prostora između motki na zemlji suhim lišćem, travom, borovim iglicama i sl. Nešto zahtjevniji način podrazumijevat će podizanje okvira od zemlje 30-40 cm postavljanjem nosećih motki na trupac ili na neki drugi način, te slaganjem 10-20 nešto tanjih motki uzdužno ili poprečno na okvir platforme, čime se postiže konstrukcija slična krevetu. Na čitavu platformu zbog udobnosti i dodatne izolacije treba staviti veliku količinu mekog i suhog materijala, primjerice tanke grančice crnogoričnog drveta, suhe trave, lišća i sl. Nakon izrade platforme potrebno je napraviti konstrukciju zaklona koja će djelomično ili potpuno natkriti platformu, ovisno o potrebi. Proces izrade će svakako podrazumijevati presijecati grana ili mladog drveća koje će se tada postaviti kao konstrukcija za sklonište, ili pak pronađene grane sa tla presijecanjem prilagođavati veličini skloništa. Svako tako sklonište zahtijevat će određenu vrstu spajanja motki koje čine konstrukciju. Ukoliko osoba nema uz sebe uže ili nešto slično, oštrica će biti od velike pomoći pri izradi konopa od vlaknastog bilja kao što je npr. kopriva, od unutarnje kore određenog drveća npr. vrba, ili jednostavno presijecanjem dugačkog i tankog korijenja određenih vrsta crnogorice. Nakon izrade konstrukcije skloništa, potrebno ga je natkriti zbog

vodonepropusnosti, vjetrootpornosti, te toplinske izolacije. Posjedovanje šatorskog krila ili nečeg sličnog uvelike će uštedjeti vrijeme i energiju, u suprotnom je potrebno prirodnim materijalima zaštiti sklonište. Najčešće lišćem, mahovinom, korom drveta ili svježe odsječenim granama bogatim lišćem ili iglicama.

U slučaju posjedovanja samo noža, neke od slijedećih napomena će vjerojatno biti korisne. Pri sječenju mladog drveća, svako drvo koju je moguće saviti bit će vrlo lako presjeći na način da se jednom rukom drvo maksimalno savije dok se drugom rukom u kojoj je nož počne sjeći blizu tla. Ovaj način je vrlo efikasan jer kao što je lakše presjeći zategnuto od labavog užeta, tako se pri savijanju drveta i vlakna unutar njega napregnu te pri sječenju lakše pucaju i razdvajaju. Koristeći istu tehniku, odsječeno drvo može se jednostavno skratiti na željenu duljinu, potrebno je samo saviti drvo koristeći tlo kao oslonac te presjeći na potrebnu duljinu. Ukoliko je potrebno posjeći mlado drvo, dok god je promjer stabla na mjestu sječenja manji od duljine oštrice to će biti moguće učiniti koristeći drvenu palicu i nož. Nož se postavlja na mjesto sječenja pod kutom oko 45° u odnosu na drvo te se drvenom palicom udara po leđima noža koji će na taj način prodirati u drvo i sjeći ga. Potrebno je sjeći u 2 smjera pod navedenim kutom, prema dolje i gore, kako bi se dobio „V“ usjek dubok otprilike jednu trećinu do polovice promjera drveta, a širine otprilike kao promjer drveta. Nakon toga radi se jednak usjek sa suprotne strane drveta, ali nekoliko centimetara viši u odnosu na prvi usjek, nakon čega bi drvo trebalo pasti u smjeru prvog odnosno nižeg usjeka. Navedena tehnika s palicom i nožem može biti korisna i kod sječenja grana sa srušenog stabla, sječenja srušenog drveta na komade određene duljine ili pri izradi određenih usjeka. Jedan od načina pravljenja usjeka podrazumijeva zasijecanje motke pod kutom oko 45° s obje strane u odnosu na uzdužnu os motke (Slika 1). Na taj način dobivaju se dva usjeka u obliku „X“, a vađenjem presječenih segmenata na mjestu usjeka, ostaje usjek u obliku dva jednakostranična trokuta okrenuta jedan prema drugome spojenim vrhovima. Identičnim usjekom na drugoj motci, dobivaju se dva komplementarna



Slika 1. Prikaz komplementarnih usjeka (Kochanski, 2008).

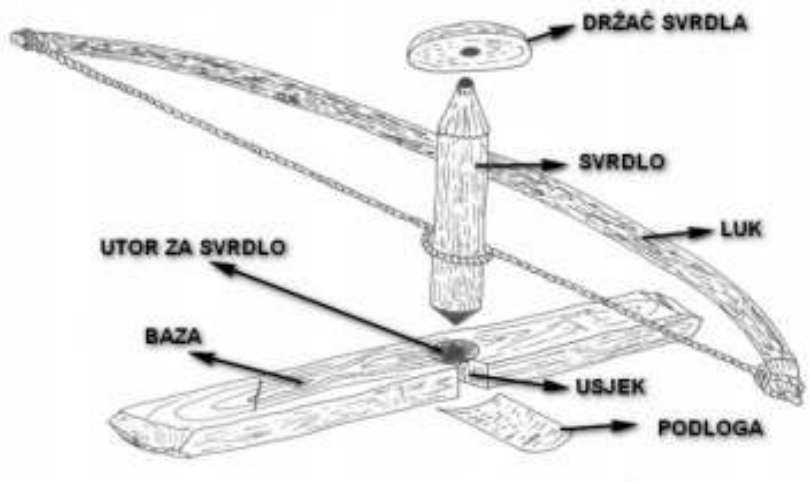
usjeka koja nasjedaju pod pravim kutom jedan u drugi te tako čine vrlo čvršći spoj koji zahtjeva znatno manje užeta za učvršćivanje.

Vatra

Sa namjerom da opiše važnost vatre prirodi, Mors Kochanski (2008:11) je u svojoj knjizi napisao: *„Kada sve ostalo zakaže, vatra je najjednostavniji način da se osigura udobnost i toplina protiv hladnoće i vlage u sjevernim šumama"*. Važnost vatre u situaciji preživljavanja je iznimno velika u gotovo svim uvjetima i okolišu. Vatra će čovjeku osigurati toplinu, svjetlost, signalizaciju, mogućnost prokuhavanja vode za piće, pečenje i kuhanje hrane, sušenje vlažne odjeće i obuće, konzerviranje hrane dimljenjem ili sušenjem, izradu korisnih alata i predmeta, zaštitu od insekata i divljih životinja, a također će pružiti i osjećaj sigurnosti. Da bi vatra gorila potrebne su tri komponente, toplina, gorivo i kisik, te lančana reakcija među ovim komponentama.

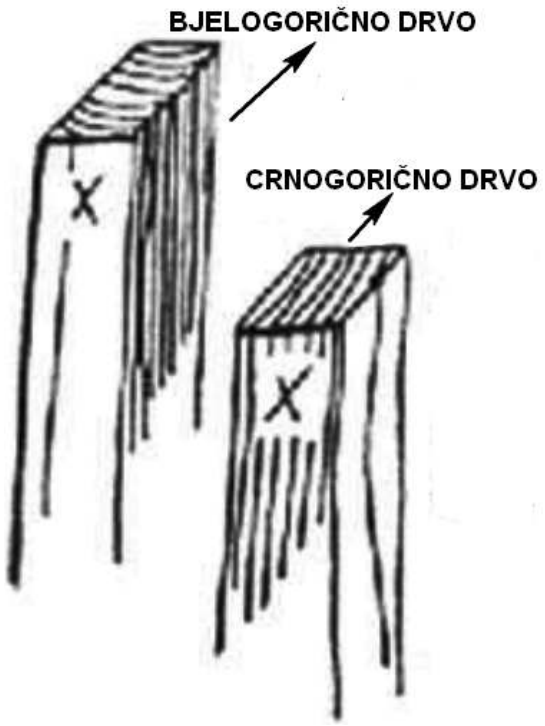
Nedostatak bilo koje od komponenti onemogućit će paljenje i održavanje vatre. Oštrica u situaciji preživljavanja može omogućiti paljenje vatre čak i kad osoba ne posjeduje upaljač, šibice i sl., na način da se izradi set za paljenje vatre pomoću trenja drvenih ploha ili pomoću iskri dobivenih reznim alatom od visoko ugljičnog čelika te oštrim rubom tvrdog kamena kao što je kremen ili kvarcit. Metoda dobivanja iskri bit će korisna samo ako osoba uz nož i kamen posjeduje i određeni materijal koji iskra lako može zapaliti, najčešće se koristi pougljenjena tkanina od pamuka, lana ili jute, stabljika čička, pougljenjeno trulo drvo koje je vrlo porozno, određene vrste gljiva poput Fomes fomentarius (lat.), Inonotus obliquus (lat.), Calvatia gigantea (lat.) (Beard, 2008), te neke biljke poput Asclepias syriaca (lat.). Osnovni princip paljenja vatre trenjem drveta podrazumijeva trenje između dvije drvene plohe prilikom čega se stvara fina strugotina koja se zbog visokog trenja te nastale temperature zapali te počne tinjati, do zapaljenja strugotine dolazi na oko 426°C (Baugh, 1993). Nakon toga je potrebno tinjajuću strugotinu prenijeti na vrlo suh i zapaljiv materijal poput suhe trave ili kore da bi došlo do zapaljenja materijala te konačno stvaranja plamena. Najučinkovitija metoda paljenja vatre trenjem drveta je zasigurno metoda luka i svrdla (eng. bow drill). Priprema takvog seta podrazumijeva izradu baze odnosno pločice drveta debljine oko 0.5 cm, širine 4 cm te duljine oko 30 cm, (Mears, 1990). Koristeći nož, od ravnog i suhog komada drveta debljine podlaktice pomoću tehnike udaranja palicom po leđima noža vrlo je

jednostavno izraditi takvu pločicu cijepanjem komada drveta uzduž vlakana. Na bazi će biti potrebno vrhom noža izdubiti utor za svrdlo, te zasijecanjem napraviti „V“ usjek unutar utora koji će zauzimati oko 10-15% njegove ukupne površine, svrha usjeka je da se u njega sakuplja drvena strugotina. Od istog komada drveta potrebno je izraditi i svrdlo promjera kao otprilike širina palca ruke, oko 2 do 2.5 cm, te duljine oko 20 cm, (Mears, 1990). Oštricom će biti potrebno oblikovati svrdlo do približno okruglog profila, gornji dio svrdla treba biti zašiljen da bi se minimiziralo trenje sa držačem svrdla, dok donji kraj treba biti širok za postizanje što većeg trenja sa utorom na bazi. Ostale potrebne komponente su luk, držač svrdla te podloga na koju će padati drvena strugotina. Najkritičniji dio ovog seta je zasigurno uže, duljine barem oko pola metra. Jer u prirodi neće biti jednostavno izraditi uže koje će se moći koristiti za ovu namjenu, naročito za višekratno korištenje. Treba još napomenuti kako je najbolje da su i svrdlo i baza od iste vrste drveta, te od što mekšeg drveta tj. sa što manjom gustoćom. U našim krajevima mogu se koristiti vrba (420 kg/m^3), topola (410 kg/m^3), bršljan (530 kg/m^3) itd. Postoje i druge metode koje se temelje na principu trenja drveta, primjerice svrdlanje rukama gdje je princip rada analogan luku i svrdlu, samo što ovom slučaju svrdlo direktno pokreću ruke odnosno naizmjenično „trljanje“ dlanova. Još su popularne metode pluženja i piljenja. Kod pluženja se tupim vrhom drvenog pruta „pluži“ po bazi, odnosno rade se pokreti naprijed i natrag po napravljenom dugačkom utoru poput kanala paralelnog sa vlaknima drveta. Metoda piljenja podrazumijeva pokret sličan piljenju, samo u ovom slučaju umjesto pile koristi se komad drveta sa tankim dugačkim bridom poput oštrice kojim se „pili“ po utoru na bazi koji je postavljen okomito na smjer vlakana drveta. Za izradu komponenti bilo kojeg od navedenih načina paljenja



Slika 2. Prikaz seta za paljenje vatre svrdlom i lukom (Mears, 1990).

vatre trenjem, oštrica je neophodna i od krucijalne važnosti. Jer bit će potrebno precijepiti, strugati, šiljiti, dubiti ili zasijecati određene komponente kako bi one bile funkcionalne. Uspješno paljenje vatre nije garancija za njezino daljnje održavanje. Ovisno o veličini ložišta, za održavanje vatre te osiguravanje adekvatne količine topline bit će potrebna određena količina goriva u jedinici vremena. U prirodi će se najčešće koristiti drvo kao gorivo. U određenim situacijama dolazak do kvalitetnog drveta za loženje bit će relativno lako, primjerice u šumi sa jako puno mrtvog odnosno suhog drveta na tlu. U takvoj situaciji bit će potrebno skupiti drva različite veličine i promjera te ih sukladno potrebama za jačinom vatre koristiti. S druge pak strane, ukoliko je na području u kojem se osoba nalazi padala kiša te je sve vlažno, tada će drvo koje se nalazi na tlu biti gotovo nemoguće koristiti kao gorivo bez prethodne pripreme koja podrazumijeva korištenje oštrice. U takvim situacijama način selekcije drveta koje će se koristiti za loženje bit će bitno drukčiji nego u uvjetima kada je šuma suha. Osnovno je pravilo izbjegavati drva koja se nalaze na tlu, a tražiti ona koja nemaju doticaja s vlažnim tlom. Također, što je drvo više okomito u odnosu na tlo bit će manje vlažno, jer kiša koja pada po tako postavljenom drvetu manje će se zadržavati na njegovoj površini. U većini slučajeva će drvo koje nije izravno u doticaju s vlagom na tlu u svojoj unutrašnjosti biti potpuno suho bez obzira koliko je jaka kiša padala po njemu, a ponekad je to slučaj i sa drvetom na vlažnom tlu ovisno o vremenu izloženosti, ima li koru ili ne, je li trulo ili zdravo, koja je vrsta drveta te kojeg je promjera. Oštrica će omogućiti da se drvo precijepi te da se suhi dio iz unutrašnjosti koristi za potpalu ali i za gorivo. Kako je u početnoj fazi potpale vatre potreban vrlo zapaljiv i suh materijal da bi vatra počela gorjeti, umjesto suhe trave, sitnih grančica i sličnih materijala koji će nakon kiše biti mokri,

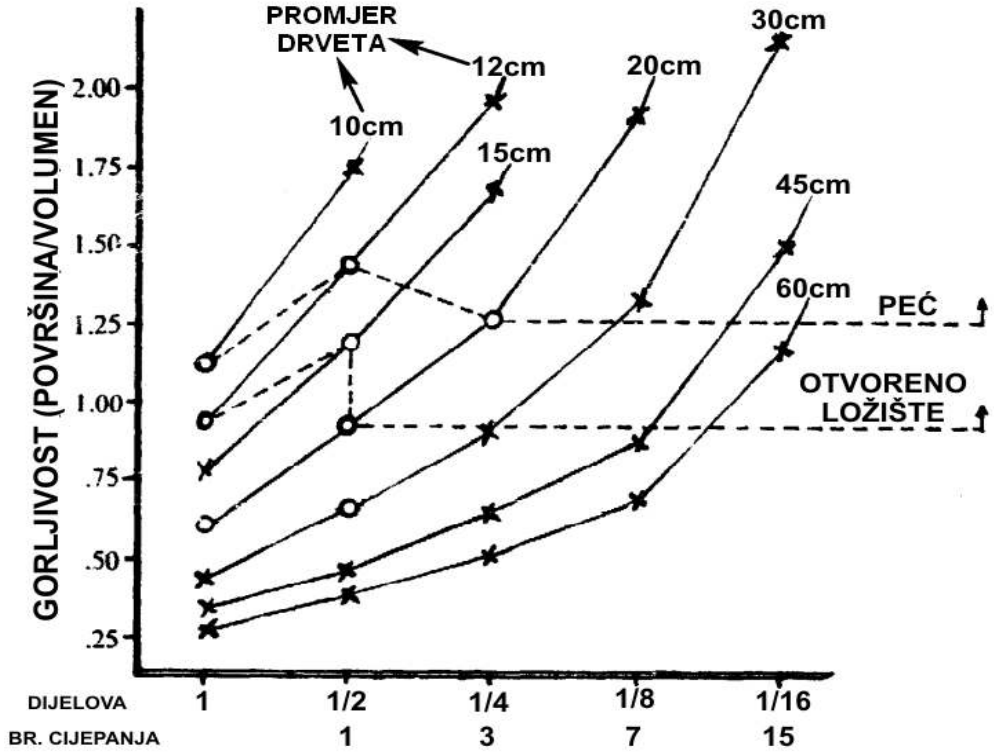


Slika 3. Smjer struganja za različite vrste drveta pri izradi štapića za potpalu (Kochanski, 2008).

može poslužiti i komad drveta duljine otprilike kao podlaktica sa ravnim vlaknima i bez kvrga koji će se precijepiti na vrlo tanke komade, promjera kao širina palca. Zatim se struganjem oštricom u smjeru vlakana prave iznimno tanke strugotine koje se tijekom struganja počinju uvijati, te se nakon 30-40 struganja na mjestu na kojem je struganje oštricom završavalo dobije nakupina finih strugotina koje se mogu koristiti za potpalu te lakše uspostavljanje plamena. Također, pri izradi štapića za potpalu treba birati što mekše drvo, te treba obratiti pozornost na smjer vlakana, odnosno godova. Općenito je pravilo da se crnogorične vrste drveta bolje stružu pod pravim kutom u odnosu na godove, dok se bjelogorične vrste bolje stružu paralelno sa godovima (Kochanski, 2008). Ovakvim načinom struganja površina drveta izložena vatri se višestruko povećava, čime se osigurava brže sagorijevanje. Da bi se osiguralo dobro rasplamsavanje plamena, bit će potrebno napraviti 5-6 takvih štapića sa strugotinama koji se tada slažu u oblik piramide sa strugotinama prema gore. Isti je princip i kod cijepanja velikih komada drveta na manje, loženjem tako pripremljenim komadima stvara se više površine drveta u odnosu na njegovu masu, što se manifestira kao povećanje temperature ložišta i jačine plamena. Upravo zbog činjenice da se cijepanjem drveta velikih dimenzija povećava njegova mogućnost gorenja a samim time i veće stvaranje topline, oštrica je će nezamjenjiva u uvjetima velike hladnoće kada je potrebno pripremiti velike količine drveta, a naročito ako se loži na otvorenom ložištu.

Slika 4. Strugotine na štapiću za potpalu.

U slučajevima kada se osoba nađe u takvoj sredini koja je oskudna sa drvetom za potpalu, a potrebno je naložiti vatru zbog pripreme jela ili toplog napitka, svjetla ili topline, sa



Dijagram 2. Prikaz razlike u gorljivosti drveta s obzirom na broj cijepanja pojedinog komada drveta, odnosno povećanje površine drveta u odnosu na njegov volumen (Tresemer, 1981).

oštricom će se moći od svega jednog segmenta suhog i tanjeg trupca, te nešto tanjih suhih grančica dobiti vatra koja će trajati do nekoliko sati. Priprema drveta je takva da se segment trupca postavi okomito na tlo, zatim se sjekirom ili nožem precijepi na četiri ili više jednakih dijelova ukoliko je veći promjer. Unutar procjepa segmenta se zatim poslažu tanke grančice te sličan suh i zapaljiv materijal, koji se zatim zapali. Nakon nekog vremena segment će početi izgarati iznutra prema van te od gore prema dolje. Time se dobiva nešto slično kuhalu, jer se na vrh segmenta trupca može staviti posuda za kuhanje. Takav način dobivanja vatre vrlo je primjenjiv i u uvjetima dubokog snijega, jer se donji dio segmenta zabija u snijeg, a gornji dio ostaje u zraku te gori. Vrlo popularan naziv ovakvog načina dobivanja vatre je švedska baklja.

Slika 5. Švedska baklja

Voda i hrana

Za osiguravanje pitke vode u prirodi, oštrica će biti od velike koristi jer može osigurati vatru pomoću koje će se moći prokuhati voda radi uklanjanja štetnih mikroorganizama ili pri izradi filtra za uklanjanje čestica iz vode. Također, pomoću oštrice je moguće doći do tekućine iz nekih vrsta drveta i biljki na način da se deblo izdubi ili zareže na određenom mjestu, dok će neke manje biljke trebati presjeći. Primjer su breza ili šumska loza. Dolazak do hrane, a pogotovo mesa je gotovo nezamisliv bez korištenja oštrice, jer svaki način će zahtijevati i korištenje oštrice u nekoj fazi. Tako oštrica može poslužiti za izradu nekog primitivnog oružja za lov, poput praćke, koplja, bacača koplja, luka i strijele, palice za bacanje i sl. Nadalje, pomoću oštrice osoba može izrađivati zamke za životinje ili udice za pecanje od kosti, drveta, trnova nekih biljaka i sl. Ubijenu životinju će pomoću oštrice trebati obraditi da bi se mogla iskoristiti za jelo.

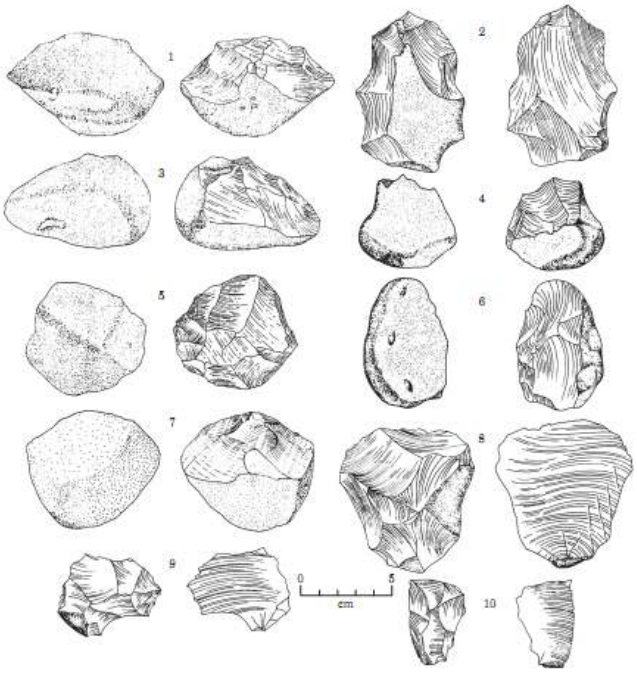
1.2. Oštrica u životu i preživljavanju čovjeka kroz povijest

Život prvih pripadnika ljudske vrste, Homo habilisa (spretan čovjek) pretežno se svodio na traganje za hranom, kako za onom biljnoga tako i životinjskoga porijekla. Oštrica je u tome imala veliku ulogu, jer da bi si priskrbio hranu, čovjek je morao je kopati da bi došao do jestivog korijenja i gomolja, sjeći žilave biljke, životinjsku kožu, meso i tetive sa uginule životinje, a tupim kamenom se služio da bi smrskao velike kosti životinje te došao do koštane srži bogate mastima. Rezni alat se prvobitno izrađivao od kamena, školjki, kosti ili roga. Uz pomoć oštrice se izrađivalo i prvo primitivno oružje koje je u početku vjerojatno bila obična drvena palica kojom se moglo udarati ali i koristiti za gađanje manjih životinja. Nešto kasnije se vjerojatno počelo izrađivati i koplje koje je zapravo bio obični zašiljeni štap sa otvrdnutim vrhom u vatri. Čovjek prvobitno nije bio lovac u pravom smislu te riječi jer nije posjedovao tehnologiju kojom bio proizvodio efikasno oružje kojim bi mogao ubiti veću životinju, također nije posjedovao potrebnu razinu kognitivnih sposobnosti za složene radnje i aktivnosti koje zahtjeva aktivni lov. Najčešći načini na koji je dolazio do mesa bili su preotimanje

plijena od grabežljivaca ili jedenje pronađenih ostataka ubijene životinje. Iako, ne treba potpuno isključiti mogućnost da se Homo habilis upuštao u lov za manjim plijenom, ali takav lov je vjerojatno bio vrlo neučinkovit i nesiguran. Pretpostavlja se da je nasljednik Homo habilisa, Homo erectus, znatno aktivnije i učinkovitije lovio.

Prvi nalazi kamenog alata datiraju prije otprilike 2.5 milijuna godina, te se uzimaju kao važni pokazatelji tranzicije Australopiteka prema ljudskoj vrsti Homo (Wenke i Olszewski, 2007). Među prvim artefaktima koji se vežu uz ljudsku aktivnost je kameni alat sa područja današnje Etiopije, točnije Gone. Procijenjena starost pronađenih nalaza je oko 2.6 – 2.5 milijuna godina, (Semaw, 2000). U tadašnje vrijeme tim područjem su dominirale mnogobrojne grabežljive životinje, a vjerojatno je sabljozubi tigar bio jedan od najdominantnijih. Tadašnji čovjek se vjerojatno osjećao vrlo ugroženo i nesigurno jer većina je grabežljivaca bila puno snažnija i brža od njega, te su imali vrlo oštre zube ili kandže koje su im davale moć da vrlo lako ubiju i raskomadaju svoj plijen ili da se obrane od drugih životinja. Početkom korištenja oštrice, ona je čovjeku pružila sigurnost jer je uz pomoć nje mogao izrađivati oružje kojim se mogao obraniti od predatora. Nikada se neće znati na koji je točno način Homo habilis prvi puta shvatio vrijednost oštrice, možda tek pukom slučajnošću, kada se porezao na oštar kamen?

Kameni ostaci pronađeni u Etiopiji, a kasnije i na drugim nalazištima, npr. Tanzanija, Olduvai Gorge, smatraju se prvim ljudskim alatom koji je izrađen planski i s namjerom, a tu pojavu se može povezati i sa pojavom dotada nepostojeće razine inteligencije u ljudi. Jer, kako kaže Bergson (1922): *„Inteligencija je sposobnost izrade umjetnih objekata, a naročito alata za izradu drugih alata“*. Takvi oštri kameni alati su bili vrlo grubo obrađeni, a tehnologija izrade podrazumijevala tehniku perkusije kamenih oblutaka, odnosno kamen velike tvrdoće (kvarcit, obsidijan, bazalt, kremen) te mekši kamen koji je služio za obradu tvrđeg kamena. Udaranjem po tvrdom kamenu, dobivale bi se tanke krhotine koje su bile izuzetno oštre, a daljnjim obrađivanjem jezgre tvrdog kamena izrađivali su se robusniji komadi s oštrim rubovima koji su mogli poslužiti za cijepanje i struganje drveta, komadanje i obradu mrtve životinje. Tanje krhotine mogle su poslužiti za preciznije poslove poput deranja kože sa životinje, sjeckanje biljaka, sječenje mesa…



Slika 6. Pronađeni kameni alat iz Etiopije, prije 2.6 - 2.5 milijuna godina.

Dakle, moglo bi se ustvrditi da su oštri kameni alati koje je proizvodio Homo habilis upravo ono što je izdvojilo čovjeka od ostalih životinja, jer do danas nije zabilježeno da neka životinjska vrsta u svom prirodnom staništu izrađuje tako kompleksan alat, koji koristi više od jedanput te se koristi njime za izradu drugog alata. Tijekom duge povijesti Zemlje, jedino je čovjek uspio razviti tehnologiju izrade alata. Što također implicira da je početak izrade alata predstavljao početak konceptualnog razmišljanja čovjeka, te višu razinu kognicije u odnosu na druge životinje (Baber, 2003). Upravo će ti prvi primitivni rezni alati omogućiti čovjeku da u budućnosti dominira svojim okolišem te ujedno postane dominantni predator. Nešto sofisticiranija tehnologija izrade kamenog alata, pojavljuje se prije oko 1.4 – 1 milijun godina, a traje do oko prije 200 000 godina, te se naziva ašelenska tehnologija (ime je dobila po mjestu Saint Acheul u Francuskoj). Razdoblje trajanje ove tehnologije veže se uz Homo erectusa. Karakteristike alata toga vremena je viši stupanj simetrije, preciznija izrada, te dvostrana obrada kamena. Jezgra koja se obrađuje sada se postavlja na kamen koji služi kao nakovanj, dok se kamenom koji služi kao čekić obrađuje jezgra (Baber 2003). Najtipičniji alat toga vremena bio je kamen oblika badema ili trokuta, simetrično obrađen, sa oštricom duž cijelog ruba kamena, a koristio se kao sjekirica za sječenje drveta, usitnjavanje biljaka, korijenja, kopanje zemlje itd. (Cravetto, 2007).

Nakon ašelenskog perioda slijedi period musterijanske tehnologije (špilja Le Moustier u Francuskoj), a traje od oko 200 000 – 30 000 godina pr.n.e te se povezuje s Neandertalskim čovjekom. Karakteristike alata toga vremena su tanje i uže oštrice, simetričnih strana sa reznim bridom duž cijelog kamena. Oštrica je uglavnom bila

dvostruko duža od njezine širine, čime se značajno dobilo na učinkovitosti i ekonomičnosti, jer se u odnosu na prošle tehnologije izrade sada dobivao duži rezni brid, ne povećavajući težinu samog alata. Također se promijenio i način izrade, koji je sada sve češće uključivao i korištenje indirektnog udaranja koristeći kamen kao dlijeto te drvo, rog, kost ili kamen kao čekić kojim bi se udaralo po dlijetu te tako obrađivalo kamen. Ovakav način osiguravao je puno veću preciznost u radu. Često se od jedne jezgre proizvodilo više oštrica, što je značilo da fokus više nije bio na obrađivanju jezgre, nego krhotina koje bi dobili od nje, što opet pokazuje viši stupanj racionalizacije u odnosu na raniji period. Postupnim usavršavanjem i razvojem tehnologije, oštrice su se počele nasađivati na drške čime alati počinju dobivati oblik kakav i danas poznajemo. To je bio vrlo značajan korak u evoluciji alata, jer je značio specijalizaciju pojedinog reznog alata njegovoj svrsi, ali i sasvim novi način korištenja oštrica.

Slika 7. Brončane sjekire i nož. 3000 god pr.n.e, Luristan, Perzija.

Nakon kamenog doba, za izradu alata i oružja počinje se koristiti bakar, a približno vrijeme početka bakrenog doba je oko 8000 god pr.n.e. (Hummel 2004). Odlika bakra koja je potaknula njegovo korištenje pri izradi različitih alata za rezanje je elastičnost i plastičnost koja je omogućila jednostavno oblikovanje bakra u željeni oblik. Tijekom udaranja kamenom po bakru halkolitski čovjek je shvatio da plastičnom deformacijom bakar postaje tvrđi, čime su se poboljšavala mehanička svojstva alata i oružja. Također, bakar se mogao taliti i lijevati u vrlo kompleksne oblike. Eksperimentiranjem ili pukom slučajnošću halkolitski je čovjek primijetio da dodavanjem određenih elemenata u bakar u tekućem obliku može znatno poboljšati svojstva dobivene legure. Tako je dobivena bronca, dodavanjem oko 10% kositra. Iako je brončano doba započelo različito na različitim geografskim područjima, okvirno se može reći da je počelo oko 3000 god. pr.n.e.. te je trajalo do početka željeznog doba za koje se uzima da je počelo između 1500-1000 god. pr.n.e, barem u

većem dijelu svijeta (Hummel, 2004). Tijekom bakrenog, brončanog te željeznog doba, rezni alati poput sjekire ili noža počinju dobivati sličan oblik kakav je i danas u upotrebi. Koliko god iz današnje perspektive ti metali bili inferiorni, u tadašnje doba su bili vrlo cijenjeni a za razliku od kamena koji je teško obradiv, metali su omogućili izradu znatno kompleksnijih oblika alata.

Tijekom procesa taljenja bakra, dodavala se željezna ruda koja je imala svrhu sakupljanja čestica pijeska i nečistoća iz bakrene rude, kao nusprodukt dobivalo se tzv. spužvasto željezo, koje je bilo vrlo porozno i sadržavalo je veliku količinu nečistoća. Grijanjem spužvastog željeza na temperaturu kovanja (900-1100ºC) te udaranjem čekićem, nečistoće bi se istisnule a željezo postalo kompaktno. Tako se prvobitno dobivalo željezo. Kako se za grijanje željeza koristio drveni ugljen, u kovačkoj bi peći zbog nepotpunog izgaranja ugljena nastajao ugljični monoksid te bi procesom difuzije dio ugljika iz ugljičnog monoksida prešao na površinski sloj željeza, čime bi se uvelike poboljšala mehanička svojstva materijala. Tako je nastao prvi čelik koji se i danas koristi za izradu alata za rezanje.

2. REZNI ALATI U PREŽIVLJAVANJU

U općem smislu alati se mogu definirati kao fizikalni implementi i artefakti koji se koriste za mijenjanje nekih objekata u okolišu (Baber 2003). Također, moglo bi se reći i da alati omogućavaju širenje utjecaja i mogućnosti čovjekovog djelovanja na okoliš. Alati za rezanje su oni alati koji imaju oštricu, odnosno simetrične ili asimetrične bilateralne plohe koje se jedna u odnosu na drugu nalaze pod određenim kutom te se spajaju u jednoj liniji koja čini rezni brid oštrice. U kontekstu preživljavanja u prirodi, oštrica predstavlja esencijalni dio opreme svakoga tko boravi u prirodi, kako kroz cijelu ljudsku povijest tako i danas . Najčešći alati koji se koriste tijekom boravka u prirodi u našim područjima su nož, sjekira i pila. Svaki od tih alata ima svoju namjenu i određeni broj tipičnih zadataka koji se njime obavljaju. Iako, u određenim situacijama je moguće izaći iz okvira tipičnih poslova te je tada najčešće potrebno improvizirati koristeći netipične hvatove, tehnike i gibanja.

Princip djelovanja oštrice

Svaka oštrica na nekom od reznih alata podrazumijeva vrlo malu površinu samog reznog brida oštrice koja će varirati ovisno o vrsti alata, kutu oštrice i razini oštrine. Primjerice, na oštricama koje su naoštrene poput britvice, debljina samog reznog brida kretat će se oko 0.35-0.45 mikrona, (Verhoeven, 2004). Ako je poznato da je tlak je jednak omjeru sile i površine, tada se može zaključiti da je upravo tlak fizikalna zakonitost koja je u pozadini principa djelovanja oštrice. Dakle, što je rezni alat oštriji, imat će manju dodirnu površinu. To znači da se istom silom apliciranom na rezni alat stvara veći tlak na objektu na koji se djeluje što je alat oštriji. Zbog velikog tlaka materijal je na dodirnom mjestu pod ekstremnim uvjetima te dolazi do kidanja međumolekularnih veza što se očituje kao razdvajanje materijala na koji se djeluje oštricom na najmanje dva dijela. Način na koji će se kinetička energija nekog reznog alata prenijeti na određeni materijal može se razlikovati. Tako se kod noža može koristiti translacijsko ili kružno gibanje oštrice, kod rada s pilom koristit će se samo translacijsko gibanje. Dok će se kod sjekire koristiti kružno gibanje tijekom zamaha tijekom kojeg sjekira postiže određenu kutnu brzinu te potrebnu kinetičku energiju za određeni zadatak. Treba napomenuti da i nož i sjekira mogu biti korišteni primjenjujući sva nabrojana gibanja, najčešće je razlog tomu nedostatak adekvatnog alata za određeni zadatak.

2.1 Vrste reznih alata

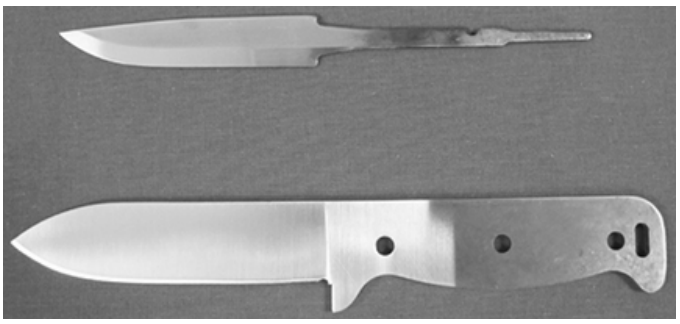
Nož

Nož je najčešće korišten alat od svih reznih alata, razlog tomu su relativno male dimenzije i masa u odnosu na druge rezne alate što omogućava jednostavno nošenje i rukovanje. Danas na tržištu postoji jako veliki izbor noževa različitih dimenzija, mase, vrsta čelika, oblika, profila oštrice, tvrdoće te drugih karakteristika. Također, postoje noževi za različite namjene, primjer su kuhinjski, mesarski ili lovački noževi. Svaki od ovih noževa za posebne namjene posjeduje određene karakteristike koje olakšavaju rad za koji je namijenjen. Kroz ovo poglavlje govorit će se isključivo o fiksnim noževima, dakle onima koji nemaju mogućnost preklapanja oštrice, nego su drška i oštrica od istog

Slika 8. Osnovni dijelovi noža

komada čelika. Za potrebe ovog rada, vrste noževa prema dimenzijama i masi svrstat će se u tri kategorije. U kategoriju manjih noževa mogu se svrstati oni koji su ukupne duljine oko 10 do 20 cm, pri tome se često misli na male fiksne noževe koji su najčešće namijenjeni nošenju oko vrata (eng. neck knife). Masa ovih noževa kreće se oko 50-150 grama. Noževi srednje veličine najčešće su dimenzija od oko 20-30 cm te mase od oko 150-350 grama. Veliki noževi su oni koji prelaze 30 cm, a mogu biti mase i do blizu 1 kg. U posljednje vrijeme na tržištu se sve češće pojavljuju te su sve popularniji noževi za preživljavanje. Takvi noževi su se prvobitno počeli proizvoditi za potrebe vojske (naročito vojne pilote) a kasnije i avanturiste koji su često boravili dulji vremenski period u izoliranim područjima daleko od civilizacije te im je bio potreban nož koji su mogli podvrgnuti i nešto težim zadacima bez straha da će ga uništiti te ostati bez njega, jer ponekad bi to značilo i životnu opasnost. Ne postoji konsenzus oko toga što je točno nož za preživljavanje, niti su definirane točne dimenzije i masa noža. Iako, može se reći da postoji određeni skup karakteristika koje povezuju sve noževe iz ove kategorije. Ako bi bilo potrebno ukratko i slikovito definirati nož za preživljavanje, vjerojatno bi izjava Morsa Kochanskog bila prigodna: *„Nož za preživljavanje je poluga koja vrlo lako obrađuje drvo“*, time je želio reći kako takav nož mora biti dovoljno čvrst da može poslužiti kao poluga dok s druge strane rezne sposobnosti moraju omogućiti precizan, lagan i učinkovit rad s drvetom. Pošto su te dvije karakteristike nekompatibilne te anuliraju jedna drugu, na proizvođaču je da postigne kompromis te adekvatan omjer ovih karakteristika. Noževi za preživljavanje u odnosu na ostale vrste noževa su vidljivo robusniji te naočigled čvršćeg izgleda. Bitno je naglasiti da su to isključivo fiksni noževi, nikako preklopni. Razlog je taj što

preklopni noževi koliko god kvalitetno izrađeni nikada neće moći apsorbirati sile koje mogu fiksni noževi, također preklopni noževi bez obzira na često ugrađene kočnice koje sprječavaju nehotično sklapanje, nikada ne mogu biti potpuno sigurne, što može uzrokovati ozbiljne ozljede prstiju šake, pa i njihovo odsijecanje. Na različitim vrstama noževa izvedba drške je različito napravljena, na noževima za preživljavanje puna drška (eng. full tang) je standard, a podrazumijeva da se u produžetku oštrice kroz čitavu dršku cijelom njezinom širinom proteže čelični dio noža te da prati oblik ručke koja se najčešće sastoji od dvije pločice od drveta ili umjetnih materijala koje su bilateralno pričvršćene na taj dio. Ovakva konstrukcija prije svega omogućava apsorbiranje velikih lateralnih sila nastalih primjerice korištenjem noža kao poluge te također podnošenje snažnih udaraca po leđima noža ukoliko treba precijepiti komad drveta.



Slika 9. Izvedba drške kao „skriveni trn“ (gornji nož), te kao puna drška (donji nož).

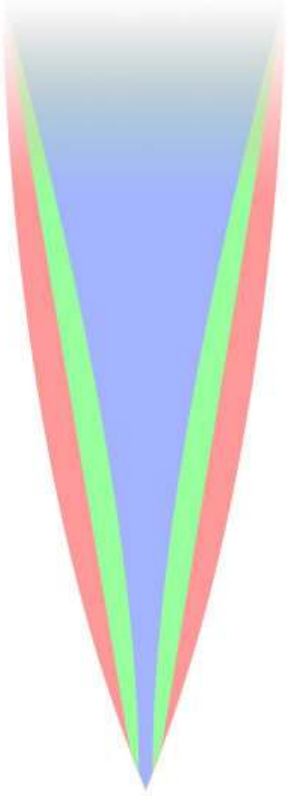
Ukoliko drška noža pukne, ovakva konstrukcija omogućava da se nož i nakon toga može normalno koristiti, dok će se udobnost ležanja u ruci improvizirati namatanjem komada tkanine ili užeta oko čeličnog produžetka oštrice. Što se tiče duljine drške, ako se uzme u obzir da je širina zapešća 97 mm kod 95% muškaraca (Garrett, 1971), tada će minimalna duljina biti oko 100 mm. Preporuka Konza i Johnsona (2000, navedeno u Freivalds, 2004) je 125 mm. Odnosno, drška bi trebala biti malo dulja od širine zapešća ali ne toliko da pri ulnarnoj devijaciji dodiruje zglob šake. Opseg drške ovisi o veličini noža, ako se radi o većem nožu s kojim treba raditi teške poslove koji zahtijevaju velike sile tada će drška opsega od 130 mm biti primjerena jer Cochran i Riley (1982, 1986, navedeno u Freivalds, 2004) su dokazali da se s ovim opsegom drške može proizvesti najveća sila potiska. Na manjim noževima za preciznije radove drška opsega oko 100 mm će biti bolja (Freivalds, 2004). Oblik drške trebao bi biti elipsastog oblika jer potpuno okrugla ručka ne daje dobar kinestetički osjećaj o smjeru brida oštrice na nožu. Jako je bitno da oblik drške nije simetričan obliku oštrice, jer pri slabom svjetlu vrlo lako je zamijeniti oštricu za dršku jer konture

su identične, što može uzrokovati ozbiljne porezotine na dlanu. Drška ne bi trebala imati izražene utore za prste jer takva konfiguracija umara, a pri dugotrajnom radu postaje neudobna. Iako su štitnici za prste poželjni na noževima, oni ponekad mogu biti prepreka za korištenje duboke futrole koja je najsigurnija te za određene hvatove koji se koriste kod vrlo preciznih radova.

Oblik oštrice trebao bi biti takav da su leđa oštrice ravna te u produžetku linije ručke, s tim da se vrh treba nalaziti nešto bliže liniji koja prolazi sredinom širine noža ili čak na njegovoj sredini (eng. drop point), također je vrlo prihvatljiv oblik vrha nalik koplju (eng. spear point), karakterizira ga simetričan oblik leđa i oštrice noža. Tako oblikovane oštrice omogućavaju lakše ubadanje, primjerice u drvo, zbog toga što će projekcija sile prolaziti kroz sredinu drške te tako omogućiti bolju kontrolu, a kod određenih radova gdje je potrebno da je nož zabijen okomito u drvo, također će biti olakšano korištenje. Na primjer rezanje životinjske kože na tanke trake za uže izvodi se na taj način, objema rukama koža se vuče preko oštrice zabijene okomito u drvo. Također, vrh kod takvih noževa je nešto deblji te čvršći nego li kod vrha koji je iza središnje linije širine noža, odnosno u ravnini sa stražnjom linijom drške (eng. clip point). Leđa noža ne bi trebala biti nazubljena jer će otežati ili pak onemogućiti cijepanje drva uz pomoć drvene palice kojom se udara po leđima noža, a također može biti neudobno pri preciznim radovima kad se palac treba postaviti na leđa zbog bolje kontrole. Rezni brid trebao bi također biti ravan te blago zaobljen prema vrhu. Izražena izbočenja ili zakrivljenja će imati tendenciju „skliznuti“ prema manje izbočenim dijelovima oštrice, što može biti opasno. Zaobljeni prijelaz između ravnog dijela reznog brida prema vrhu noža trebao bi biti između 35-45º (Kochanski, 2008).

Duljina oštrice će ovisiti o različitim faktorima, tako da je teško reći koja je duljina najbolja. Prije svega treba naglasiti da gdje god da osoba pođe, na običan izlet, kampiranje, ekspediciju ili planinarenje, nož će većinu vremena provesti u svojoj futroli obješen oko remena, oko vrata ili spremljen u torbi. Zbog toga treba dobro razmisliti koju težinu i veličinu noža je razumno nositi gotovo cijeli dan te tako nekoliko dana ili čak tjedana. Zasigurno je da će nož od 500-600 grama te duljine oko 40 cm biti vrlo neudoban za nošenje. S druge pak strane s većim nožem uglavnom se može obaviti ono što i s manjim nožem, ali obrnuto najčešće to nije moguće. Preporuka Kochanskog

(2008) i Mearsa (2003) je duljina oštrice između 8-12 cm. Takve dimenzije omogućavaju vrlo dobru kontrolu za precizne radove kod primjerice izrade alata od drveta ili postavljanja zamki, a s druge strane moguće je obavljati i nešto zahtjevnije poslove poput rušenja drveta manjeg promjera ili cijepanja drveta uz pomoć drvene palice. U prilog izboru ovih dimenzija ide i informacija da je u industriji obrade mesa, među zaposlenicima koji rade ručno sječenje, oštrica duljine 10-15 cm najčešći izbor (Juranich, 2000). Debljina noža ne bi trebala biti manja od 3 mm, a najčešće se kreće u rasponu od 4 do 6 mm. Preporuka Fowlera (1998) je 6 mm, zbog udobnosti pri pritisku leđa palcem, također preporuča da se oštri rubovi leđa blago zaoble. Na velikim noževima debljina noža bi se od središnjeg dijela trebala smanjivati prema vrhu oštrice i kraju drške, a razlog je smanjenje težine noža, veća fleksibilnost te bolja apsorpcija lateralnih sila zbog toga što se lateralno djelovanje sile distribuira na više točaka duž oštrice, što kod noževa jednake debljine to nije slučaj. Kod noževa manje veličine to nije toliko bitno zbog kraće poluge, ali je poželjno. Profil oštrice podrazumijeva oblik poprečnog presjeka oštrice. Postoje različiti profili oštrica za različite namjene, trenutno je na tržištu među noževima ovog tipa možda najčešći „V“ profil koji seže do otprilike prve trećine širine oštrice ili malo više, takav profil se još popularno naziva „scandi grind“ (eng.) jer je karakterističan za oštrice skandinavskih zemalja. Ovakvog profil je vrlo čest zbog toga što je tehnika oštrenja vrlo jednostavna, te omogućava iznimnu oštrinu.



Slika 10. Razlika u debljini oštrice jednakog kuta reznog brida kod različitih profila oštrice..

Veliki nedostatak ovakvog profila je vrlo tanak dio oštrice odmah iza reznog brida, što oštricu čini vrlo krhkom te vrlo sklonom deformacijama i pucanju, naročito kod težih radova. Trenutno najpopularniji noževi za preživljavanje sve češće imaju konveksni profil oštrice, koji zbog svog oblika tik iza reznog brida ima deblju oštricu čime se dobiva na čvrstoći i otpornosti na deformacije,

također za razliku od „V“ profila pri sječenju stvara manje trenje jer se ponaša kao klin te razdvaja materijal. Konveksni profil je po performansama superiorniji od svih drugih profila, barem kada su u pitanju noževi za preživljavanje. Ali usprkos tomu, nije toliko popularan jer je proizvođačima noževa teže i zahtjevnije napraviti takav profil, a također i oštrenje je nešto kompleksnije nego li kod scandi profila. O tipovima profila i oštrenju detaljnije će biti govora u slijedećim poglavljima.

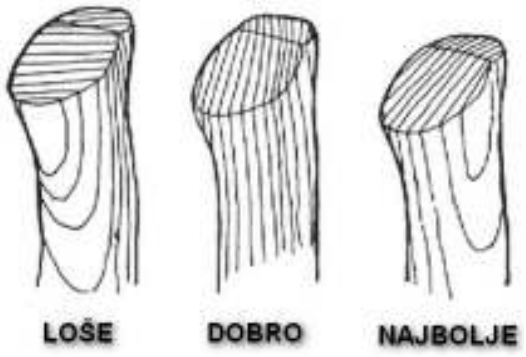
Vrste čelika od koje se izrađuju današnji noževi grubo se mogu podijeliti u nehrđajuće i ugljične čelike. Nehrđajući čelici kako im samo ime kaže su do određene granice otporni na oksidaciju tj. hrđu. To svakako ne znači da ne mogu zahrđati, jer takav čelik ne postoji. Nameće se zaključak da će svakako biti logično izabrati nož od ovog čelika za boravak na moru ili u vrlo vlažnom okolišu. Nehrđajući čelici osim ugljika sadrže određene legirajuće elemente koji se dodaju zbog poboljšanja svojstava čelika. Ono što te čelike svrstava u kategoriju nehrđajućih je udio kroma od najmanje 13%. Ugljični čelici su pak po kemijskom sastavu znatno jednostavniji, jer sadrže samo ugljik ili eventualno još nekoliko legirajućih elemenata u malom postotku što ih tada svrstava u klasu niskolegiranih ugljičnih čelika. Postotak ugljika koji je najčešći kod noževa je od oko 0.6 do 1.2%. Ugljični čelici ukoliko se ne održavaju lako će oksidirati, što je često razlog izbjegavanja ovih čelika. U praksi to i nije toliko česta pojava jer održavanje se svodi na jednostavno brisanje noža čistom suhom tkaninom nakon korištenja, te kada se ne koristi držanjem na suhom mjestu sa relativno stalnom temperaturom i izvan futrole zbog sprječavanja zadržavanja vlage unutar njih. Što se tiče performansi jedne i druge vrste čelika, općenito govoreći nehrđajući čelici zbog velikog postotka karbida različitih elemenata dulje zadržavaju oštrinu te su otporniji na trošenje a samim time ih je i nešto teže naoštriti. Ugljični čelici su u pravilu žilaviji i fleksibilniji, lakše ih je naoštriti te je moguće postići veću razinu oštrine. Jedna velika prednost noževa od ugljičnih čelika je ta da je moguće dobiti iskre udaranjem oštrim tvrdim kamenom (kremen, kvarcit) po leđima noža, te je tako moguće lako zapaliti vatru uz uvjet da osoba uz sebe ima prikladan materijal poput pougljenjene tkanine od prirodnih materijala (pamuk, lan), pougljenjenog trulog drveta, određene vrste gljive ili biljke. Pri kontaktu iskre i navedenih materijala, oni počinju tinjati i stvarati žar koji je potom potrebno prenijeti na zapaljiv materijal poput suhe trave nakon čega se dobiva plamen.

Sjekira

Mors Kochanski (2008:71) u svojoj knjizi „Bushcraft“ napisao je: *„Sjekira je najvažnija od osnovnih alata u prirodi. Osim vatre, malo što može toliko pridonijeti udobnom životu u prirodi kao što može znanje pravilnog korištenja ispravno odabrane sjekire.“* Da bi ova tvrdnja imala smisla, treba ju promatrati iz perspektive čovjeka koji živi u hladnijem klimatskom pojasu, točnije u Kanadi. Za razliku od ostalih alata za rezanje sjekira je specifična po tome što je većina težine alata koncentrirana na relativno malom prostoru, što omogućava razvoj velike kinetičke energije kojom je s lakoćom moguće srušiti drvo, precijepiti ga, sjeći itd. Na tržištu postoje brojni oblici glava i drški sjekire dostupni u različitim težinama koje se mogu kombinirati s različitim dužinama drški. Težina glave najčešće varira od oko 0.3 kg do 2.5 kg, dok dužina drške može biti od 25-90 cm. Na temelju mjerenja 521 sjekire korištenih na prostorima Latvije, Drillis i suradnici (1963, navedeno u Freivalds, 2004) su zaključili da je prosječna težina glava sjekira bila 1.4 kg ili oko 2% prosječne težine korisnika, prosječna duljina drški bila je 60 cm ili oko 35% prosječne visine korisnika. Glave i drške uvijek se mogu modificirati za stvaranje alata koji može zadovoljiti različite želje i potrebe pojedinca. Važno je reći da je duža sjekira uvijek sigurnija za korištenje, jer u slučaju odbijanja sjekire od drveta te naglog mijenjanja putanje, vrlo je vjerojatno da će se zaustaviti u zemlji prije nego dosegne noge korisnika. Nasuprot tome, što je kraća sjekira veća je vjerojatnost ozljede, naročito potkoljenice ili čak glave u slučaju zamaha prema gore pri rušenju drveta. Kao što postoje noževi za određenu namjenu, tako

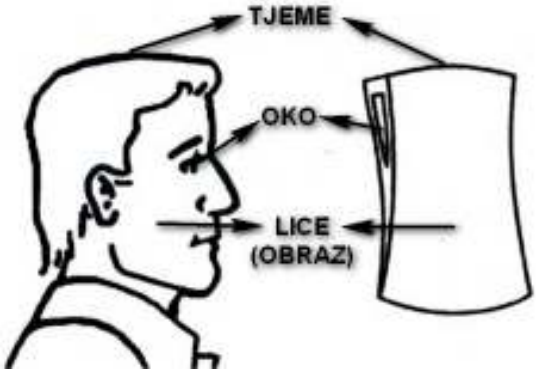
Slika 11. Dijelovi sjekire

postoje sjekire za rušenje drveća, za cijepanje, za tesarske radove itd. Kao i kod noža, izbor sjekire za boravak u prirodi najčešće će značiti kompromis između prenosivosti i njezinih mogućnosti. Bitno je reći da se sa duljinom boravka te nižim temperaturama u prirodi povećava i potreba za korištenjem sjekire, pa će u takvim slučajevima biti logičnije izabrati veću i težu sjekiru. Zbog učinkovitosti rada, takva će sjekira kod višesatnih ozbiljnijih radova vrlo brzo opravdati eventualne poteškoće i potrošene kalorije prilikom transporta. Sjekira ukupne duljine oko 50-70 cm i težine oko 1-1.5 kg će svakako biti dobar kompromis između prenosivosti i radnih mogućnosti, Mears, R. (2003) i Kochanski, M. (2008). Možda najčešći izbor sjekire za kratkoročni boravak u prirodi u umjerenim klimatskim pojasevima je duljina od oko 50 cm i težina oko 1 kg. Takva sjekira omogućava obavljanje najrazličitijih radova u prirodi, kako onih težih i zahtjevnijih poput rušenja drveta, tako i onih lakših poput cijepanja drveta za potpalu ili različitih tesarskih poslova pri izradi raznih predmeta od drveta. Također, omogućava rad s dvoručnim hvatom, ali i vrlo jednostavno rukovanje jednoručnim hvatom kod preciznih radova. Drška sjekire se najčešće izrađuje od drveta na, iako u novije vrijeme i od umjetnih materijala. Kod drške je vrlo važno obratiti pozornost na smjer vlakana odnosno godova. Idealno je kada su godovi paralelni sa smjerom djelovanja oštrice, a vrlo je loše kada su postavljeni okomito na taj smjer, jer tada vrlo lako dolazi do njihovog razdvajanja tj. pucanja drške. Najkvalitetnije drške se izrađuju od vrste sjevernoameričkog oraha (eng. hickory), svjetski poznata tvornica sjekira Gransfors-Bruks izrađuje drške od te vrste drveta. Što se tiče dijela drveta ove vrste oraha od kojeg je najbolje izraditi dršku, podaci u literaturi su poprilično nesuglasni. Tako Weisgerber (1999) i Tresemer (1981) kažu kako je najbolje koristiti bjeljiku (eng. sapwood) za izradu drški (dio drveta bliže kori, najčešće je svjetlije boje od srži). S druge strane, Record (2010) navodi rezultate ispitivanja U.S. Forest Service-a u kojima nisu pronađene razlike u mehaničkim svojstvima bjeljike i srži (eng. heartwood), iako autor navodi kako će u slučaju vrlo starog drveta velikog promjera, dio drveta uz koru biti slabiji nego li srž, dok će kod mladih stabala, manjeg



Slika 12. Prikaz različitih smjerova vlakana na dršci sjekire.

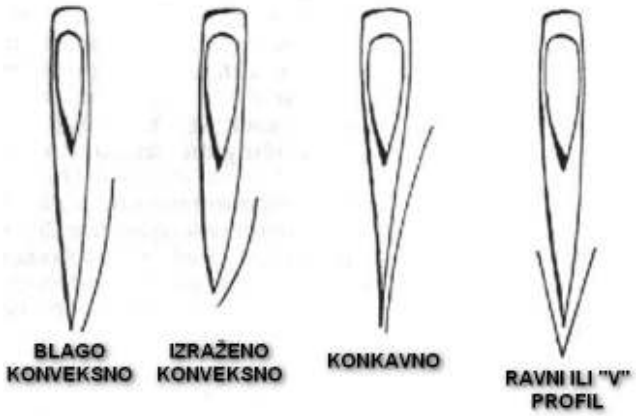
promjera bjeljika biti čvršća. Također, Seeling (1998) je radio analizu i usporedbu mehaničkih svojstava bjeljike i srži te nije pronašao nikakve razlike. U našim područjima za drške se najčešće koristi jasen, bagrem, grab ili bukva. Tresemer (1981) navodi kako je pri izradi drške bitno da na kraj bliže korijenu bude nasađena glava, jer navodno je taj dio čvršći. Također treba obratiti pažnju na broj godova po kvadratnom inču (2.54cm), jer drvo sa manjim brojem se smatra superiornijim. Tako se maksimalan broj za kvalitetnu dršku od sjevernoameričkog oraha smatra 17 godova po kvadratnom inču, dok je za jasen 10 (Tresemer,1981; Weisgerber 1999). Glava je metalni dio sjekire nasađen na dršku, najčešće se izrađuje u cijelosti od visokougljičnog čelika, dok se nekada cijela glava izrađivala od željeza te samo prvih nekoliko centimetara oštrice od visokougljičnog čelika koji se stavljao u prorez na željeznoj glavi te su se kovačkim varenjem ta dva dijela spajala (Kauffman, 2007). Rupa na glavi sjekire naziva se oko te je konusnog oblika i to tako da je gornji dio širi od donjeg dijela. Na taj način, kada se glava nasadi na dršku te se zabije drveni ili metalni klin u kraj drške, ona se raširi, te zbog konusnog oblika oka glava ne može skliznuti sa drške. Pri izboru sjekire treba obratiti pažnju na veličinu oka. Sa malim okom moguće je da će dio ručke koji ulazi u oko biti previše tanak i slab da bi izdržao velike sile pri udarcu. Ukoliko oko nije dovoljno „duboko“, drška će se lako rasklimati zbog vrlo male površine oka koja je u kontaktu s drškom. Veliko oko osigurava dovoljno širok i dubok metalni dio koji okružuje dršku, čime se osigurava čvrsto i sigurno nasađivanje glave na dršku.



Slika 13. Analogija između ljudske glave i glave sjekire.

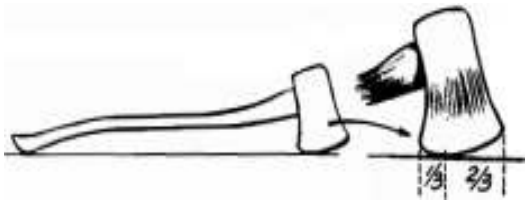
Dio sjekire kvadratnog oblika nasuprot reznom bridu, naziva se tjeme sjekire, a služi za bolji balans i kontrolu sjekire, jer se dio težine glave prebacuje iza simetrale drške. Tjeme sjekire nikako se ne bi smjelo koristiti kao čekić tj. za udaranje, a naročito je nepoželjno udarati sjekirom o metalne objekte ili koristiti sjekiru kao klin. Glava sjekire je diferencijalno termički obrađena, tako da je samo oštrica zakaljena i tvrda. Ostatak glave je mekan i vrlo plastičan u odnosu na oštricu, te ako se po njemu udara vrlo će se

lako deformirati, odnosno oko će poprimiti drugačiji oblik te će se zbog toga drška početi klimati te će glava ispadati iz svog prvobitnog ležišta, što može biti vrlo opasno jer pri zamahu glava može skliznuti sa drške te ozlijediti korisnika ili nekoga u blizini. Ako dođe do rasklimavanja drške, kao privremeno rješenje u slučaju nužde može biti natapanje sjekire u vodi, nakon čega će drška unutar oka povećati svoj obujam i privremeno će biti čvrsto nasađena. Voda djeluje destruktivno na drvo, pa će drška sa svakim sušenjem postajati sve klimavija te će biti sve opasnije koristiti sjekiru. Puno bolje rješenje je natapanje u lanenom ili maslinovom ulju zato jer ono ostaje unutar drveta, te na taj način drvo ne gubi svoj oblik nakon što se proširi upijajući ulje. Oblik lica sjekire različit je s obzirom za što je namijenjena sjekira. Može biti izrazito konveksno kao kod sjekira za cijepanje, takav oblik lako širi vlakna drveta te stvara manju dodirnu površinu između glave sjekire i drveta pri cijepanju, što pogoduje takvoj vrsti posla. Preizraženi konveksni oblik lica smanjit će dubinu prodiranja sjekire u drvo što će umanjiti efikasnost cijepanja. Također, takav oblik češće će dovoditi do „odbijanja“ sjekire ako se koristi za sječenje drveta gdje je potrebno sjeći pod kutom oko 45°, to može biti vrlo opasno jer se sjekira može odbiti u nogu ili čak glavu korisnika. Blago konveksni oblik lica je vrlo prikladan za različite poslove, zbog takvog oblika sjekiru je lako izvaditi iz reza, te je manje podložna oštećenjima, naročito pri radu na niskim temperaturama. Ako je lice previše tanko, što je često slučaj kod konkavnih profila lica, tada se sjekira vrlo lako zaglavi pri cijepanju te ju je teško izvući van, u takvim situacijama će korisnik često biti primoran snažno djelovati velikom silom gore-dolje na dršku, što ju može rasklimati. Kut oštrice sjekire za široku upotrebu trebao bi se kretati oko 25° (Weisgerber 1999). Bez obzira kakav je profil lica, profil same oštrice tj. reznog brida bi trebao biti blago konveksnog oblika. Tvrdoća sjekira je općenito manja nego kod noževa, primjerice, vrlo poznate i kvalitetne sjekire Gransfors-Bruks proizvode sjekire sa tvrdoćom od 57 HRc. Veća tvrdoća od potonje ne



Slika 14. Različiti profili lica sjekire

Slika 15. Provjera odstupanja linije oštrice od linije simetrale drške (Kochanski, 2008).



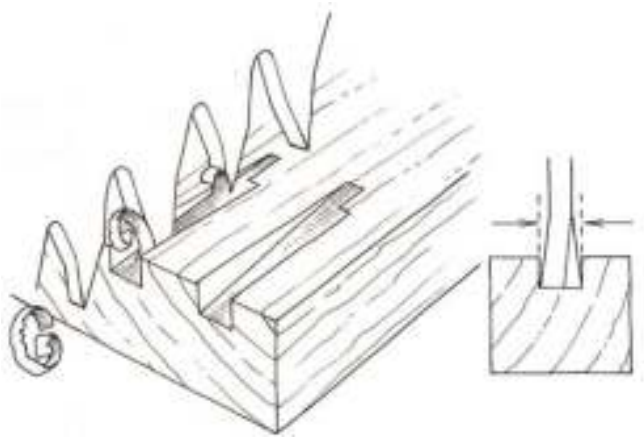
Slika 16. Provjera kuta između glave i drške sjekire (Weisgerber, 1999).

bi trebala biti jer je tada oštrenje teže i sporije, a pri radu na niskim temperaturama ili pri udarcu u kvrgu na drvetu (splet vlakana u različitim smjerovima) moguće je da se sitni komadići reznog brida otkrhnu pri srazu sa drvetom.

Previše mekana sjekira će se vrlo lako tupiti što će zahtijevati često oštrenje i samim time i brže trošenje sjekire. Pri izboru sjekire treba obratiti pažnju je li glava pravilno nasađena na dršku. Gledanjem sjekire od gornjeg vrha oštrice prema kraju drške može se vidjeti je li oštrica u ravnini sa simetralom drške. Postavljanjem sjekire na ravnu površinu tako da ostvaruje kontakt oštricom i krajem drške može se provjeriti je li glava nasađena pod dobrim kutom u odnosu na dršku. Oštrica bi trebala ostvarivati kontakt sa prvom trećinom ili sredinom oštrice gledajući od donjeg vrha oštrice (Kochanski, 2008; McLaren, 1929; Weisgerber, 1999).

Pila

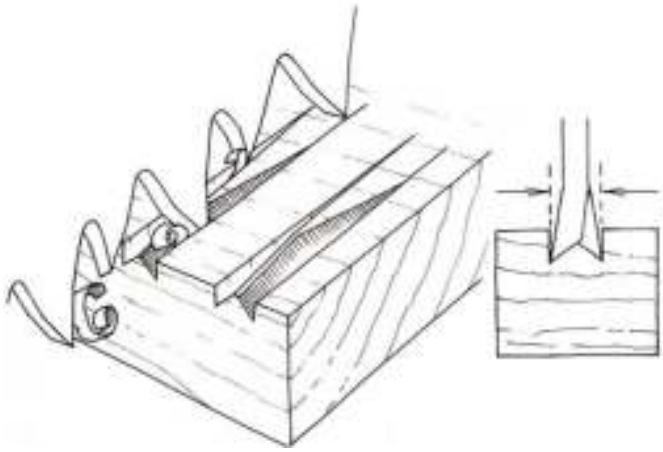
Pila za drvo je rezni alat kojeg karakterizira tanki nazubljeni čelični list koji može biti „razapet“ između okvira ili luka pile, ili može biti pričvršćen za dršku samo na jednom kraju. Postoje pile za različite namjene, te stoga i različite veličine, dizajna, vrste i smjera zubaca. Postoje dva moguća principa na koji pila može rezati drvo, a ovisit će o vrsti zubaca na listu pile. *Princip dlijeta* (eng. „ripsaw“) podrazumijeva okomito postavljene zube u odnosu na uzdužnu os lista, površina zuba koja ostvaruje kontakt sa drvetom pri rezanju je kvadratnog oblika, takvi zubi nisu naoštreni sa svojih bočnih strana pa prilikom piljenja



Slika 17. Princip dlijeta pri rezanju pilom (Lee, 1995).

svaki zub djeluje poput dlijeta koje struže drvo ispred sebe (Hack, 2001; Peters, 2001; Bridgewater, 1997). Pile sa ovakvim zubima koriste se za rezanje uzduž vlakana drveta, jer zbog svog načina djelovanja omogućuju ravan rez, za razliku od zuba koji su naoštreni na bočnim stranama te pri rezanju duž vlakana imaju tendenciju pratiti smjer vlakana koja najčešće krivudaju duž drveta, zbog čega može biti vrlo teško napraviti ravan rez.

Princip noža (eng. „crosscut“) podrazumijeva zube postavljene pod oko 65° u odnosu na uzdužnu os lista, takvi zubi su naoštreni na bočnim stranama te pri piljenju poput noža sijeku vlakna drveta. Pile s ovakvim zubima se koriste za rezanje okomito na vlakna drveta (Hack, 2001; Peters, 2001; Bridgewater 1997), a takav način rezanja se najčešće koristi za poslove u prirodi, što znači da će se podrazumijevati da pile koje će se spominjati najčešće imaju takvu vrstu zubi. Po teksturi piljevine koju pila stvara može se reći kakva je vrsta zubi na pili, „ripsaw“ pile stvaraju krupnu, uvijenu i duguljastu piljevinu, dok „crosscut“ pile stvaraju finu i sitnu piljevinu poput prašine.



Slika 18. Princip noža pri rezanju pilom (Lee, 1995).

Prilikom izbora pile vrlo je bitno obratiti pažnju na to da su zubi postavljeni nešto lateralnije od zamišljene uzdužne osi lista, odnosno pri rezanju bi takvi zubi trebali praviti malo širi rez od debljine lista. To je vrlo bitno, jer u suprotnom će se list zaglaviti u rezu ubrzo

nakon što je piljenje započeto. Preklopne pile su vrlo čest izbor prilikom kraćih boravaka u prirodi, a razlog su vrlo male dimenzije i težina, jednostavno prenošenje, te lako i sigurno korištenje. Dobar primjer preklopne pile je Bahco Laplander, koja je sklopljena dugačka 23 cm, list je dugačak 17.7cm a težine je 180 g. Takva pila je idealna za manje zahtjevnije poslove poput rezanja tanjih komada drveta za ogrjev, izradu skloništa, zamki i sl. U zimskim uvjetima te pri duljem boravku u prirodi, preklopna pila nikako neće biti prikladan izbor. U takvim situacijama, okvirna pila će biti puno bolji izbor, jer ima znatno dulji list sa većim zubima što ubrzava proces piljenja. U odnosu na lučne pile sa metalnim lukom koje se često koriste u domaćinstvima, okvirna pila ima veliku prednost što se njezin okvir može rastaviti, a dijelovi se mogu prenositi u uskom „tobolcu“ koji je u odnosu na veliki metalni luk puno lakše i jednostavnije nositi. Jedan od neobičnijih načina nošenja lista pile je unutar kožnog remena napravljenog od dva sloja kože, gdje se list stavlja između slojeva, a remen se nosi oko struka, takav način nošenja je popularizirao Mors Kochanski. Također, okvir za pilu se vrlo lako može izraditi u prirodi koristeći nož, sve što je potrebno su 3 ravna pruta od zdravog drveta, promjera oko 3-4 cm te duljine oko 50-60 cm (ovisno o duljini lista), komad čvrstog užeta oko 1m i manji drveni prut oko promjera 2-3 cm i duljine 20-30 cm. Za učvršćivanje lista pile na okvir bit će potrebna dva vijka koji se u krajnjem slučaju mogu zamijeniti komadićima drveta. Još jednostavniji način je izrada lučne pile u prirodi i to na način da se svježa savijena grana koristi umjesto metalnog luka. Veliki nedostatak okvirnih pila je to što im je dubina reza ograničena udaljenošću lista pile od okvira.

2.2. Primitivna tehnologija izrade noža

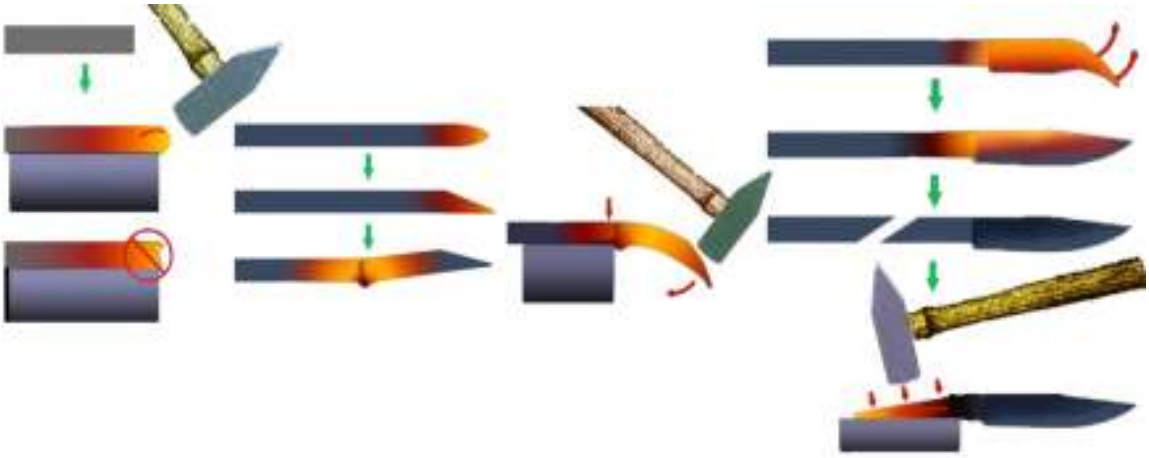
Koristeći primitivnu tehnologiju izrade noža, uz malo inventivnosti, znanja i truda, te uz minimalne tehnološke zahtjeve moguće je izraditi nož koji će kvalitetom i performansama konkurirati većini komercijalnih noževa iz iste kategorije. Čelici od kojih se izrađuju lisnate opruge za vozila, kuglični ležajevi, turpije za željezo ili vodilice za motornu pilu su odlični ugljični čelici od kojih se mogu dobiti vrhunski noževi. Među ljudima koji se bave ručnom izradom noževa dva su tipična načina izrade, prvi je

metoda mehaničkog odstranjivanja čestica (eng. stock removal), dok je drugi način kovanje. Iako se može koristiti isključivo jedna ili druga metoda, često se te dvije metode kombiniraju. Za primitivni način izrade noža potrebna su minimalna ulaganja, a cijeli se proces izrade noža može izvesti gotovo bez korištenja električne struje. Bitno je reći da je kovanje vrlo ekonomičan način izrade noža jer se vrlo malo čelika odstranjuje kao što je to slučaj pri mehaničkom odstranjivanju čestica. Također, moguće je napraviti nož iz gotovo bilo kakvog oblika, npr. valjaka ili kugli iz kugličnih ležajeva, spiralnih opruga itd. Sve što je potrebno je improvizirana kovačka peć, nekoliko čekića različitih težina te improvizirani ili pravi nakovanj koji u principu treba biti ravna ploha na kojoj će se raditi, često se koristi komad tračnice. Dakako, bit će potrebna i zaštitna oprema, rukavice i naočale, te kliješta kojima će se nož držati prilikom udaranja na nakovnju te pri stavljanju i vađenju iz peći. Iznad nabrojani čelici svrstavaju se u kategoriju ugljičnih čelika, što znači da osim ugljika sadrža vrlo malo ili nimalo drugih legirajućih elemenata. Minimalna količina ugljika za izradu noža ne bi trebala biti manja od 0,6%. U daljnjem tekstu ukratko će se opisati proces izrade noža kovanjem, a zbog lakšeg razumijevanja te praktične primjenjivosti podrazumijevat će se korištenje opružnog čelika odnosno 5160 čelika po AISI (American Iron and Steel Institute) standardu. Prije nego se počne sa kovanjem i oblikovanjem noža, bit će potrebno isjeći komad čelika koji će se dalje obrađivati. Najjednostavniji način sječenja čelika je da se lisnata ili spiralna opruga zagrije dok ne dobije žutu boju, što je indikator da se radi o temperaturi oko 1000° C na kojoj čelik postaje vrlo plastičan i podatan za obradu. Tada je potrebno poleći ugrijani komad na ravnu plohu te sjekačem sjeći čelik. Nakon što je isječen prikladan oblik čelika, nastavlja se s kovanjem.

Kovanje

Proces kovanja podrazumijeva grijanje čelika na temperaturu u rasponu od oko 850 do 1100° C. te deformiranje čekićem do željenog oblika. Na samom početku kovanja mogu se koristiti više temperature, oko 1000-1100°C jer će se ubrzati stanjivanje i oblikovanje čelika. Kako se oblik noža bliži svom finalnom obliku, potrebno je postupno raditi na sve nižim temperaturama koje će pred kraj kretati oko kritične temperature, koja za 5160 čelik iznosi 830°C. Razlog tomu je sprječavanje rasta kristalita (kristalnih zrna) unutar čelika, te sprječavanje dekarburizacije, odnosno

gubljenja dijela ugljika iz čelika koje se u znatnoj mjeri događa na visokim temperaturama. Obje potonje pojave su funkcija vremena i temperature, stoga je bitno paziti da se čelik ne izlaže kroz dulje vrijeme na temperaturama koje su znatno iznad kritične (Hrisoulas, 1987; Verhoeven, 2005). Najjednostavniji, najčešći te ujedno i najstariji način za dobivanje potrebne temperature je korištenje drvenog ugljena kao gorivo za kovačku peć, ali također se koriste i goriva poput kamenog ugljena (koksa) ili



Slika 19. Prikaz izrade noža kovanjem.

propana. Kao što se tijekom kovanja temperatura treba snižavati, tako i udarci čekićem trebaju biti sve lakši, jer s vremenom se čelik sve više stanjuje te jači udarci mogu prouzrokovati velike deformacije koje je kasnije teško ispraviti. Također, udaranje se vrši samo dok je vidljiva crvenkasta boja, kada čelik poprimi boju kakva je na sobnoj temperaturi tada pri udarcu može doći do pucanja čelika, naročito ako se radi o tanjem dijelu noža.

Toplinska obrada

Toplinska obrada predstavlja završnu fazu izrade noža, a podrazumijeva niz kontroliranih i ciljanih zagrijavanja čelika do određene temperature te hlađenja različitim brzinama i u različitim medijima da bi se postigla određena svojstva čelika. U serijskoj izradi noževa najčešće se izvodi uniformna toplinska obrada, odnosno cijeli nož posjeduje identična mehanička svojstva. Takav način je proizvođačima najisplativiji i najbrži. Prilikom ručne izrade noža najčešće se koristi tzv. „diferencijalna ili parcijalna

toplinska obrada“ kojom se postižu različita svojstva čelika na različitim područjima oštrice, primjerice zakaljivanjem samo prve trećine širine oštrice a ne cijelog noža, dobivaju se fleksibilna, žilava i mekana leđa, dok rezni brid ostaje vrlo tvrd. Takvo manipuliranje svojstvima omogućava dobivanje superiornih performansi. Na primjer, u američkoj nožarskoj udruzi (American Bladesmith Society) jedan od testova za ulazak u njihovu zajednicu podrazumijeva postavljanje prve trećine duljine oštrice u škripac te pomoću poluge savijanje noža pod 90° nakon čega nož ne smije puknuti, a u nekim se slučajevima nož djelomično ili potpuno vrati u početni položaj tj. oštrica ostane potpuno ravna, također, nož prethodno mora zadovoljiti nekoliko testova reznih sposobnosti, kojima se utvrđuje razina zadržavanja oštrine te otpornost na deformacije pri sječenju. Takve performanse vrlo je teško ili gotovo nemoguće postići sa noževima serijske tj. tvorničke proizvodnje.

Normalizacija

Svrha normalizacije je ujednačavanje i smanjivanje veličine kristalita, te djelomično uklanjanje velikih naprezanja unutar čelika nastalih procesom kovanja te neravnomjernim zagrijavanjem i hlađenjem. Izvodi se odmah nakon kovanja i to na način da se čelik zagrije malo iznad kritične temperature, te izvadi iz vatre da se potpuno ohladi na mirnom zraku. Višestrukom normalizacijom kristaliti se usitnjavaju što je poželjno zbog veće žilavosti i čvrstoće čelika, a također i veće lakoće oštrenja. Normalizacija 5160 čelika se izvodi zagrijavanjem čelika do 870°C, te potpunim hlađenjem na mirnom zraku (Goddard, 2001). Za najbolje rezultate, preporuča se postepeno snižavanje temperature normalizacije u svakom slijedećem ciklusu. Da bi se približno odredila kritična točka na kojoj čelik počinje mijenjati svoju kristalnu strukturu u austenit, najjednostavnije je koristiti magnet. Na 770°C čelik postaje nemagnetičan i to je znak da će se uskoro postići kritična točka koja je na 830°C, dakle nakon postizanja nemagnetičnosti potrebno je pričekati da nož prijeđe kritičnu temperaturu te dostigne oko 870°C, to vrijeme će ovisiti o debljini čelika i temperaturi unutar peći. Također dobar indikator postignute kritične temperature je i crvenkasta boja čelika.

Meko žarenje

Svrha ovog postupka je potpuno uklanjanje svih naprezanja unutar čelika, što minimalizira mogućnost deformacije noža prilikom kaljenja. Postupak je sličan kao i kod normalizacije, ali je nešto niža temperatura koju treba dostići tj. nakon što se dostigne 830°C, oštrica treba započeti proces sporog hlađenja (Goddard, 2001). Takvo sporo hlađenje se najjednostavnije postiže ostavljanjem noža u žari nakon što je isključen dovod zraka u kovačkoj peći. Za još bolje rezultate najbolje je koristiti vermikulit zbog izuzetnih izolacijskih karakteristika. Hlađenje se najčešće odvija preko noći, barem 6-8 sati. Mekim žarenjem čelik postaje vrlo mekan jer se tada ploče ferita i cementita koji čine perlitnu strukturu povećaju te se dobiva grublja struktura čelika nego li normalizacijom. Na taj način se uvelike olakšava i ubrzava hladna obrada čelika, čime se štedi na potrošnom materijalu pri radu. Nakon mekog žarenja nož se najčešće dodatno obrađuje mehaničkim odvajanjem čestica do željenog oblika, nakon čega slijedi kaljenje.

Kaljenje

Kaljenje je proces naglog hlađenja čelika koji je dostigao kritičnu temperaturu. Nakon zagrijavanja čelika do kritične temperature, čelik mijenja svoju kristalnu strukturu koja ima veću mogućnost primanja atoma ugljika unutar kristalne rešetke nego li na temperaturama ispod kritične. Naglim hlađenjem atomi ugljika ne uspiju izaći izvan kristalne rešetke koja u tom kratkom vremenu od nekoliko sekundi promijeni svoju kristalnu strukturu na onu prvobitnu koja je prisutna na sobnoj temperaturi. Kako ta kristalna struktura ima vrlo malu mogućnost primanja atoma ugljika, čitava se kristalna rešetka deformira odnosno izduži i napregne zbog manjka međuprostora koji sada popunjavaju atomi ugljika između atoma željeza, što se pod povećalom vidi kao igličasta struktura čelika. Tako nastala struktura naziva se martenzit te je vrlo napregnuta, tvrda i krhka poput stakla. Nakon pravilnog kaljenja čelik dostiže svoju maksimalnu tvrdoću koja se izražava brojem na rokvel skali (eng. Rockwell), tvrdoća noževa za preživljavanje srednje veličine kreće se između 57-60 po rokvel c skali. Mjerenje tvrdoće podrazumijeva pritisak dijamantnog stošca pod određenom silom na

čelik, te mjerenje ostavljene udubine u čeliku. Kaljenje se može izvesti na razne načine i u različitim medijima, za 5160 čelik se kali u ulju, a najjednostavnije je koristiti obično biljno ulje prethodno zagrijano na temperaturu između 40 i 60°C, razlog zagrijavanja ulja je smanjenje njegove viskoznosti te brže cirkuliranje oko oštrice koja se kali, što sve skupa rezultira bržim hlađenjem. Za najbolje rezultate preporuča se napraviti trostruko diferencijalno kaljenje, odnosno kaljenje samo prve trećine do polovice širine oštrice, na taj način se dobije tvrd rezni brid te žilava i fleksibilna leđa noža. Usporednim testom identičnih noževa od 5160 čelika, a različito kaljenih, Fowler (1998) je prikazao kako će trostruko kaljenje u odnosu na jednostruko dati 1.9 puta bolje rezultate na testu rezanja užeta od manile (promjera 2.5 cm), gdje se uzima maksimalni broj rezova kojima se uže može uzastopno presjeći bez dooštravanja. Trostuko kaljeni nož postigao je 509 rezova, a jednostruko kaljeni 269 rezova.

Popuštanje

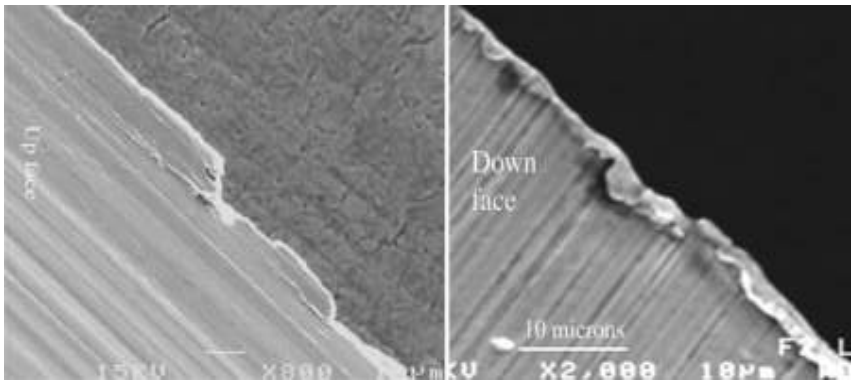
Nakon kaljenja slijedi popuštanje koje se izvodi tako da se nož grije 2-3 puta po sat vremena na temperaturi od oko 200°C. Ovaj postupak je najlakše izvesti u električnoj pećnici, ali može se napraviti i na primitivniji način, grijanjem leđa noža iznad žara do određene boje (npr. boja slame javlja se na oko 200°C, plava boja oko 300°C) koja je indikator određene temperatre. Između ciklusa popuštanja, nož se treba izvaditi iz pećnice te ostaviti da se ohladi na sobnoj temperaturi. Svrha popuštanja je da se dio ugljika unutar kristalne rešetke martenzita otpusti van, čime čelik postaje nešto mekši te manje krhak. Dakle, temperaturom popuštanja se određuje koliko će oštrica biti tvrda odnosno mekana, jer što je veća temperatura popuštanja, nož će biti mekši. Višestruko popuštanje se radi zbog uklanjanja zaostalog austenita nakon kaljenja (ova pojava je puno češća kod hiper-eutektoidnih čelika, tj. iznad 0.77% ugljika). Zaostali austenit je vrlo nestabilan, te se može dogoditi da se na velikoj hladnoći zaostali austenit spontano transformira u svježi martenzit, što prouzrokuje promjene u volumenu čelika te oštrica zbog stvorene napetosti može puknuti. Također, spomenuta spontana transformacija se može dogoditi i zbog mehaničkog djelovanja na nož ili jednostavno nakon dugo vremena na sobnoj temperaturi. Između ciklusa popuštanja, kada se nož hladi na sobnu temperaturu, dolazi do kontrolirane transformacije zaostalog austenita u

bainit ili martenzit, te popuštanja tih novonastalih struktura, čime se poboljšavaju mehanička svojstva noža. Treba spomenuti i tzv. kriogene tretmane koji podrazumijevaju izlaganje noževa vrlo niskim temperaturama (ponekad se koristi i tekući dušik) između ciklusa popuštanja, čime se zaostali austenit još učinkovitije uklanja.

2.3. Oštrenje i održavanje oštrice

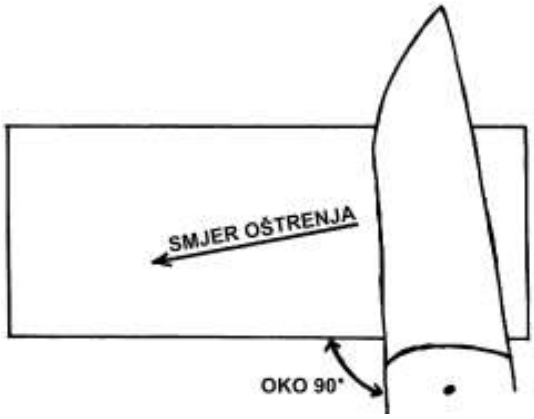
Svaki alat za rezanje će u većoj ili manjoj mjeri zahtijevati održavanje, ovisno o njegovoj kvaliteti te koliko se često koristi. Najznačajniji oblik održavanja svakako će biti održavanje zadovoljavajuće razine oštrine reznog brida, jer sa opadanjem razine oštrine smanjuju se rezne mogućnosti oštrice što će rezultirati povećanjem sile koju je potrebno aplicirati na alat da bi oštrica djelovala, što je neučinkovito i vrlo opasno. Također, bitan aspekt održavanja reznog alata je sprječavanje hrđe, a odnosi se na alate od ugljičnog čelika. Takvi čelici ostavljeni u vlažnom okruženju će početi hrđati, što će također negativno utjecati i na razinu oštrine. Konkretni postupci koje je potrebno primjenjivati kod primjerice noža od ugljičnog čelika će podrazumijevati da se nož obriše suhom tkaninom nakon svakog korištenja u kojem je bio u doticaju s vlagom, na taj način izbjeći će se stvaranje hrđe. U uvjetima kada nož mora biti cjelodnevno izložen uvjetima vlage i različitim kiselinama iz voća i povrća, bit će dobro prvo premazati oštricu nekom vrstom jestivog ulja ili životinjskom masti. Ako se nož drži u prostoru gdje temperatura jako varira, bit će ga potrebno izvaditi iz futrole, naročito ako je izrađena od kože, zbog toga što će se na oštrici stvarati kondenzat koji će futrola zadržavati te će se tako pojaviti hrđa. U slučaju duljeg ostavljanja noža u takvim uvjetima, premazivanje oštrice uljem će je zaštititi. Također pri čestom korištenju noža od ugljičnog čelika za pripremu jela, vrlo će se vjerojatno na njemu pojaviti patina koja može biti različite boje, ovisno kakva je kiselina djelovala na čelik. Međutim, to ne treba zabrinjavati korisnika jer tako stvorena patina samo će dodatno zaštititi nož od oksidacije. Postoje čak i metode forsiranja stvaranja patine na noževima, gdje se kombinacijom kiselina iz različitih namirnica može dobiti patina sa određenim uzorkom, što daje dodatni estetski dojam nožu. Pri tome se najčešće koristi ocat, limun, senf itd.

Potreba čovjeka za abrazivnim sredstvima za oštrenje seže u željezno doba. Prije toga vremena, oštrice od kamena su se dobivale perkusijom kamenih oblutaka što bi rezultiralo stvaranjem reznog brida. U brončanom dobu, oštrice od bakra i njegovih legura su se udarale nekakvim oblikom čekića da bi se stvorio oštar rezni brid, dakle, nije bilo potrebe za oštrenjem abrazivima. Tek pojavom željeza a kasnije i čelika razvija se potreba čovjeka da koristi kamen za oštrenje reznog alata. Sve do prije stotinjak godina prirodni kamen je bio dominantno korišten za oštrenje, a tek prije pedesetak godina umjetno izrađeno brusno kamenje počinje zamjenjivati prirodno. Danas se uz kamene brusove također koriste i brusni papiri kao znatno jeftinija i dostupnija varijanta, zatim površine od dijamantnih čestica, keramičke površine te različite abrazivne paste ili prašci. Da bi se lakše shvatilo kako abrazivne površine djeluju na čelik najbolje je upotrijebiti analogiju pluga za oranje zemlje, gdje sitne čestice nekog abraziva djeluju kao mali plugovi koji stružu metal sa oštrice. Dakle ovisno o veličini, gustoći, tvrdoći i obliku abrazivnih čestica, ovisit će i način na koji će strugati metal. Pri izboru abrazivnih sredstava uvijek treba voditi računa o granulacijama koje se označavaju brojevima, tako će na primjer granulacija 1000 značiti tisuću abrazivnih čestica po kvadratnom inču (2.54x2.54cm). Iako će se tehnike oštrenja pojedinih alata međusobno razlikovati, princip oštrenja će uvijek biti dobiti što tanji rezni brid sa što manje deformacija. Tako će na primjer nož naoštren na vodenom kamenu granulacije 1000 imati rezni brid debljine 1 mikron, dok će se oštrenjem na istom kamenu, samo granulacije 6000 dobiti rezni brid od 0.5 mikrona (Verhoeven, 2004). Imajući u vidu koliko je rezni brid zapravo tanak nije teško zamisliti kako lako dolazi do njegove deformacije i to na način se sitni komadići reznog brida otkrhnu pri jačem kontaktu sa materijalom tvrđim nego li je čelik oštrice ili presavijanjem reznog brida tijekom



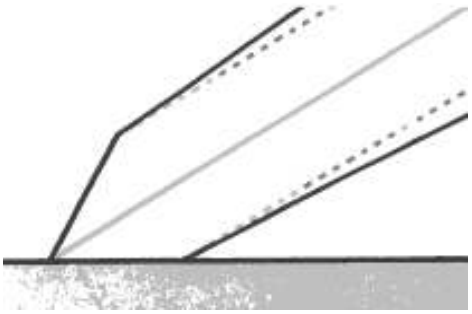
Slika 20. Mikrografski prikaz oštećenja oštrice. Lijevo: otkrhnuće reznog brida. Desno: Savijanje reznog brida (Verhoeven,2004).

dugotrajnih sječenja gdje lateralne sile djeluju na rezni brid. Očito je da će i materijal od kojeg je oštrica napravljena znatno doprinijeti brzini i načinu deformacije. Tako će vrlo tvrda oštrica biti sklonija pucanju, pa čak i pri srazu sa mekšim materijalom, dok će mekana oštrica biti vrlo sklona savijanjima reznog brida. Takve deformacije će se očitovati slabijim mogućnostima sječenja, a pomnim promatranjem reznog brida pod pravim kutom moći će se uočiti kako se na samom reznom bridu nalaze mjesta koja reflektiraju svjetlost, što je znak da sa na tome mjestu nalazi deformacija. Kod dobro naoštrenog reznog brida nemoguće je vidjeti refleksiju svjetla zato što je oštrica vrlo tanka i savršeno simetrična. U prvoj fazi oštrenja će prvo biti potrebno ukloniti sva oštećenja, a to će se učiniti tako da se koriste abrazivne površine nešto manje granulacije, zbog toga što one brže skidaju metal a to će u prvoj fazi biti potrebno da bi se sastrugao dio metala oštrice te kako bi sva oštećenja nestala. Najčešće se koriste granulacije oko 300, 400, 600, 800 ovisno o veličini deformacija te količini metala koju je potrebno skinuti. Nakon toga prelazi se na površine sve više granulacije koje se mogu kretati do nekoliko tisuća, ovisno o tome kakvu se razinu oštrine želi postići. Postupno korištenje sve većih granulacija također uklanja tragove struganja prethodne tj. niže granulacije. Koristeći opet analogiju pluga, moglo bi se slikovito reći kako se zapravo prelaskom na više granulacije koriste sve gušće poredani plugovi koji sve pliće ulaze u zemlju te tako ostavljaju manje tragove iza sebe. Ovome treba pridodati činjenicu kako vrlo često i popularno stavljanje ulja na abrazivnu površinu nema nikakve prednosti, naprotiv, kako tvrdi Juranitch (2000), sitne čestice čelika se na taj način zadržavaju unutar ulja koje podiže čestice od površine te na taj način oštrica pri svakom povlačenju prolazi kroz gustu nakupinu sitnih čestica koje mogu napraviti mikro oštećenja na reznom bridu. Završna faza oštrenja je poliranje oštrice i to najčešće na koži u koju se premaže sa različitim abrazivnim pastama ili prašcima. Kod oštrenja noževa prethodno će biti potrebno utvrditi kakvog je profila oštrica jer će to odrediti način oštrenja. Kako su „V“ profili u različitim varijantama vrlo česti na noževima o njima će prvo biti riječi. Ukoliko se radi o „V“ profilu sa samo jednim kutom, kao što je slučaj na tzv. skandi profilima, tada je potrebno poleći oštricu na plohu na kojoj se oštri te postupno podizati leđa noža od podloge sve dok rezni brid ne dotakne plohu, u tom položaju nož bi trebao ostvariti kontakt sa cijelom stranicom „V“ profila. Kutovi oštrenja će najviše ovisiti o tome za što će se nož dominantno koristiti, te kakav je profil oštrice. Tako će kod



Slika 21. Smjer oštrenja „V“ profila oštrice.

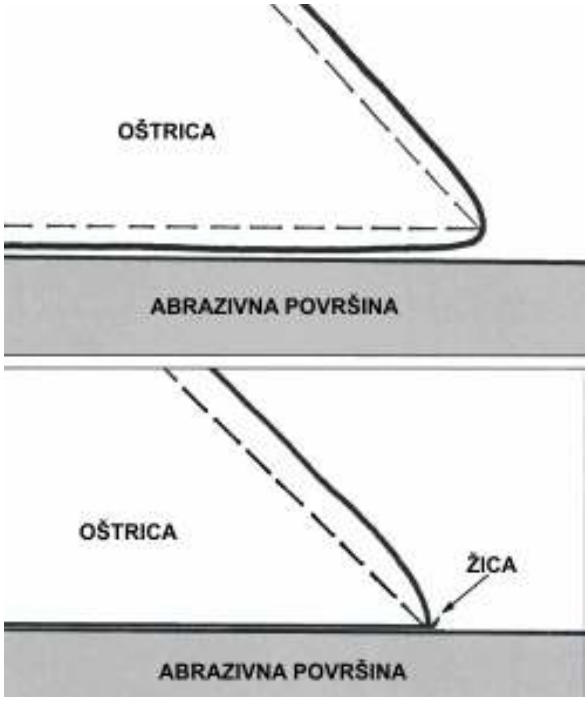
noževa sa koji imaju „V“ profil sa jednim kutom, maksimalni kut biti oko 25° i to pretežno kod noževa namijenjenih za grube radove poput cijepanja. Kod noževa koji imaju dvostruki kut, odnosno mikrooštricu, kut reznog brida može biti i do oko 40°. Položaj noža bi trebao biti takav da je njegova uzdužna os okomita na uzdužnu os površine oštrenja. Smjer oštrenja je u smjeru sječenja, a razlog tomu je da se na taj način manje stvara tzv. žica na suprotnoj strani oštrice, koja je zapravo nakupina čestica sastruganog metala koja se pri oštrenju postupno nakuplja te uvija prema suprotnoj strani oštrice. U većoj mjeri se to događa kada se oštri suprotno od smjera sječenja (Verhoeven,2004). Tehnika oštrenja je najčešće takva da se koriste pokreti kao da se oštricom želi filetirati ploha, odnosno laganim pokretima cijelom dužinom oštrice od najniže točke oštrice uz dršku pa sve do vrha nož se povlači po površini zadržavajući pri tome isti kut cijelo vrijeme. U početnoj fazi oštrenja na grubljim površinama, moguće je koristiti i kružne pokrete ili izmjenične pokrete naprijed i natrag. Također u ovoj fazi oštrenja nož se oštri samo sa jedne strane oštrice toliko dugo dok se duž cijele oštrice na suprotnoj strani oštrice ne stvori žica koja se ponekad može i vidjeti golim okom, ali još ju je lakše osjetiti povlačenjem prstiju pod kutom od 45° po oštrici sa suprotne strane oštrenja u smjeru transverzalne osi noža (Bottorff, 2010; Verhoeven,2004; Juranich,



Slika 22. Prikaz pravilno ostvarenog kontakta oštrice i abrazivne površine pri oštrenju „V“ profila.

2000). Stvaranje žice je indikator da se na strani koja se oštri skinuo višak metala te se ta strana sada nalazi u istoj liniji sa suprotnom stranom oštrice, zbog čega se u značajnoj mjeri počela stvarati žica jer skinuti metal prelazi na suprotnu stranu oštrice. Nakon toga nož se okreće na suprotnu stranu i cijeli se postupak ponavlja. Nakon što se ponovno

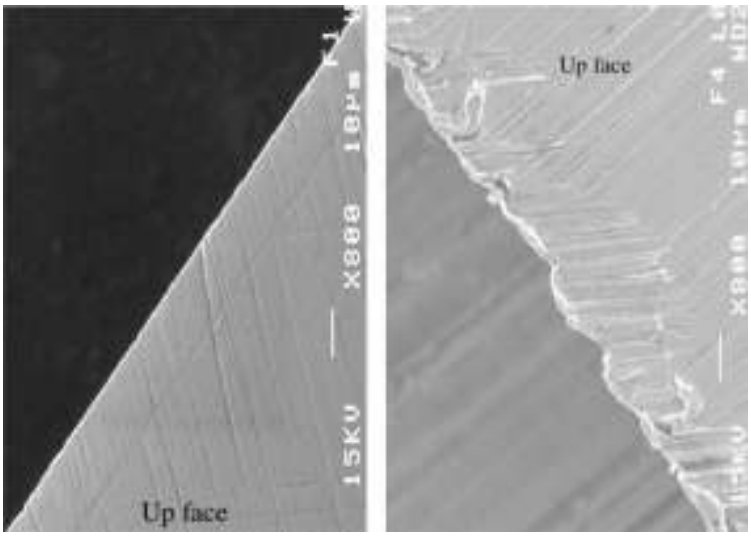
stvorila žica na suprotnoj strani, to je znak da je potrebno prijeći na veće granulacije npr. 1000 ili 2000, s tim da se sada radi nekoliko oštrenja na jednoj strani pa nekoliko na drugoj, u početku to mogu biti veći intervali npr. po osam povlačenja nakon čega se isto toliko radi s druge strane. Kako se oštrenje bliži kraju taj se broj smanjuje, da bi se u završnoj fazi izvodilo izmjenično po samo jedno povlačenje na svakoj strani. Dakle, bitno je uvijek raditi jednak broj povlačenja sa svake strane, zbog simetrije oštrice. Ovisno o željenoj razini oštrine koristit će se i određene granulacije, primjerice Mears (2003) preporuča korištenje granulacije 800 za grubo skidanje materijala, zatim 1200 te na kraju 6000. Završna povlačenja na visokim granulacijama trebaju biti gotovo bez pritiska noža na površinu. Nakon toga potrebno je potrebno je ispolirati oštricu i to najbolje na komadu kožu u koji se prethodno utrlja nekakva abrazivna pasta ili prašak, a najbolje je koristiti kromov oksid koji je dostupan u obliku paste ili praha.



Slika 23. Prikaz stvaranja žice

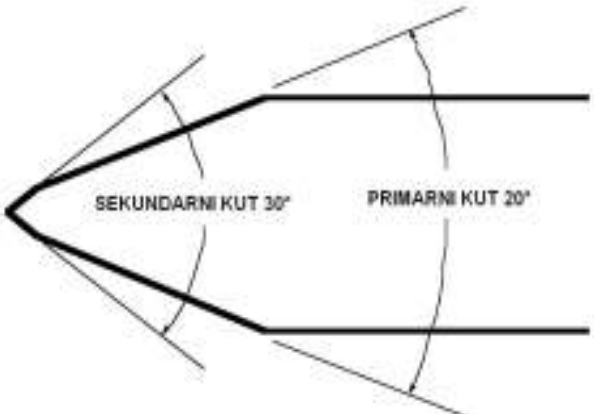
(Bottorff ,2010).

Treba istaknuti kako je Verhoeven (2004) mikrografskom analizom utvrdio kako poliranje na čistoj koži bez utrljavanja abrazivnih sredstava neće značajno utjecati na oštricu. Poliranje oštrice se koristi da bi se uklonile nakupljene mikronske čestice na samom reznom bridu (žica) prilikom oštrenja na abrazivnim površinama, a također će doprinijeti uklanjanju tragova oštrenja na čeliku koji se pod elektronskim mikroskopom vide kao sitne ogrebotine okomite na rezni brid. Ponegdje u literaturi (Kochanski, 2008) može se vidjeti kako se poliranje na koži izvodi tako da se kožni remen na jednoj strani zakači dok se drugi kraj zategnuto drži u ruci, te se po tako zategnutom remenu oštrica povlači, obavezno u smjeru leđa noža jer u suprotnom će se remen oštetiti oštricom.



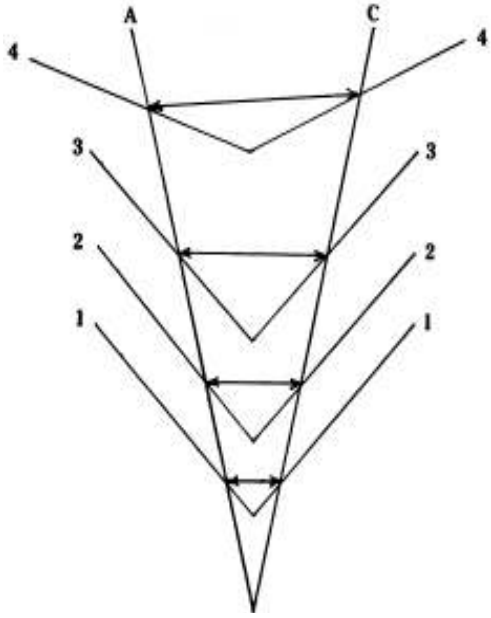
Slika 24. Mikrografski prikaz, povećanje 800x. Lijevo: Oštrica završno oštrena na granulaciji 6000 te polirana na koži premazanoj kromovim oksidom. Desno: Oštrica oštrena na granulaciji 600 (Verhoeven,2004).

Takva tehnika je vjerojatno preuzeta od brijača koji su svoje britve na taj način polirali, međutim pošto su britve imale konkavni profil oštrice takva tehnika je bila idealna jer je takav profil omogućavao zadržavanje jednakog kuta nalijeganja reznog brida na kožu pri poliranju (Lee, 1995; Verhoeven, 2004). Kod „V“ profila takva tehnika neće biti dobra jer je će zbog fleksibilnosti kože biti teško održavati željeni kut poliranja, a i oštrica će vremenom dobiti konveksni oblik. Zbog toga će biti bolje kožni remen postaviti na ravnu tvrdu podlogu te na taj način polirati oštricu. Poliranje se izvodi laganim pokretima uz vrlo lagani pritisak, tijekom poliranja se vrši blago podizanje leđa noža tijekom povlačenja sve dok rezni brid ne ostvari kontakt sa kožom. Može se izvoditi od vrha prema rikasu ili obrnuto, te je bitno naizmjenično povlačiti prvo jednu pa drugu stranu, tako se zadržava najviši stupanj simetrije. Broj povlačenja tijekom poliranja će ovisiti o kvaliteti prethodnog oštrenja i vrsti polirne smjese na površini, Mears (2003) predlaže pedeset povlačenja, dok Kochanski (2008) kaže kako se broj povlačenja pri oštrenju na najvećoj granulaciji treba pomnožiti sa tri da bi se dobio približan broj. Nakon poliranja, oštrica bi trebala biti sjajna poput ogledala te bi s lakoćom trebala brijati dlake s ruke. Tako naoštren rezni alat agresivno će sjeći uz minimalni pritisak, a zbog uniformnosti i simetrije reznog brida, dulje će biti oštar nego li oštrica naoštrena na manjim granulacijama koja promatrana mikrografijom ima puno sitnih zubića poput pile po reznom bridu, a na lateralnim stranama se nalaze duboki tragovi oštrenja te je zbog svega toga takva oštrica sklonija deformacijama.



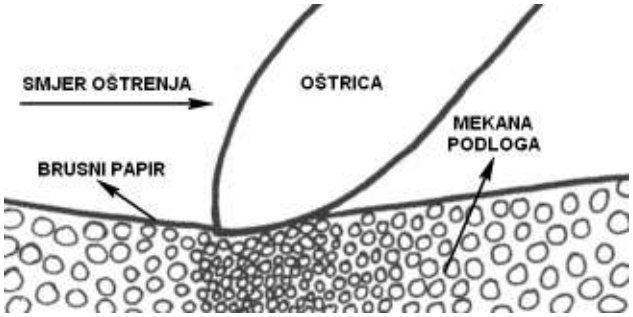
Slika 25. „V“ profil sa dvostrukim kutom

Oštrenje noževa koji imaju „V“ profil sa dvostrukim kutom malo će se razlikovati nego prethodno objašnjena tehnika. Dvostruki kut ima veliku prednost u odnosu na samo jedan kut, razlog je to što je puno otporniji na deformacije jer neposredno iza reznog brida je veći promjer oštrice što ga čini čvršćim. Također kod dvostrukog kuta, rezni brid može imati značajno veći kut u odnosu na obični „V“ profil, bez značajnog gubljenja reznih sposobnosti, razlog je taj što je sekundarni kut, odnosno kut reznog brida vrlo malen zbog čega se često naziva i mikrooštrica. Princip oštrenja takve oštrice je takav da se prvo oštri kut koji čini većinu površine profila, može ga se nazvati primarnim kutom. Primarni kut je uvijek manji od sekundarnog i to često za 10-20°. Kada se vrhovi primarnog kuta nađu u istoj liniji odnosno kada se dobije žica na obje strane kao što je prethodno objašnjeno, prelazi se na veću granulaciju s tim da se sada kut oštrenja podiže da bi se dobio sekundarni kut. U primjeru na slici iznad bi se primarni kut oštrio pod 10°, zatim bi se sekundarni oštrio na 15°. Važno je reći da se dooštravanje ovakvog profila oštrice može učiniti na način da se napravi nekoliko povlačenja sekundarnog kuta po površini visoke granulacije, ali čestim ponavljanjem s vremenom će se čelik skinuti te će sekundarni kut postati puno veći nego što je prvobitno bio čime će se značajno izgubiti rezne sposobnosti. Tada će biti potrebno ponoviti postupak sa oštrenjem primarnog kuta.



Slika 26. Prikaz postupnog povećanja sekundarnog kuta i promjera oštrice iza reznog brida tijekom nekoliko oštrenja samo sekundarne oštrice.

Oštrice sa konveksnim profilom imaju nešto drugačiji način oštrenja u odnosu na „V“ profil. U prvom redu, da bi se održao konveksni profil bit će potrebno koristiti oštrenje na mekanoj podlozi,



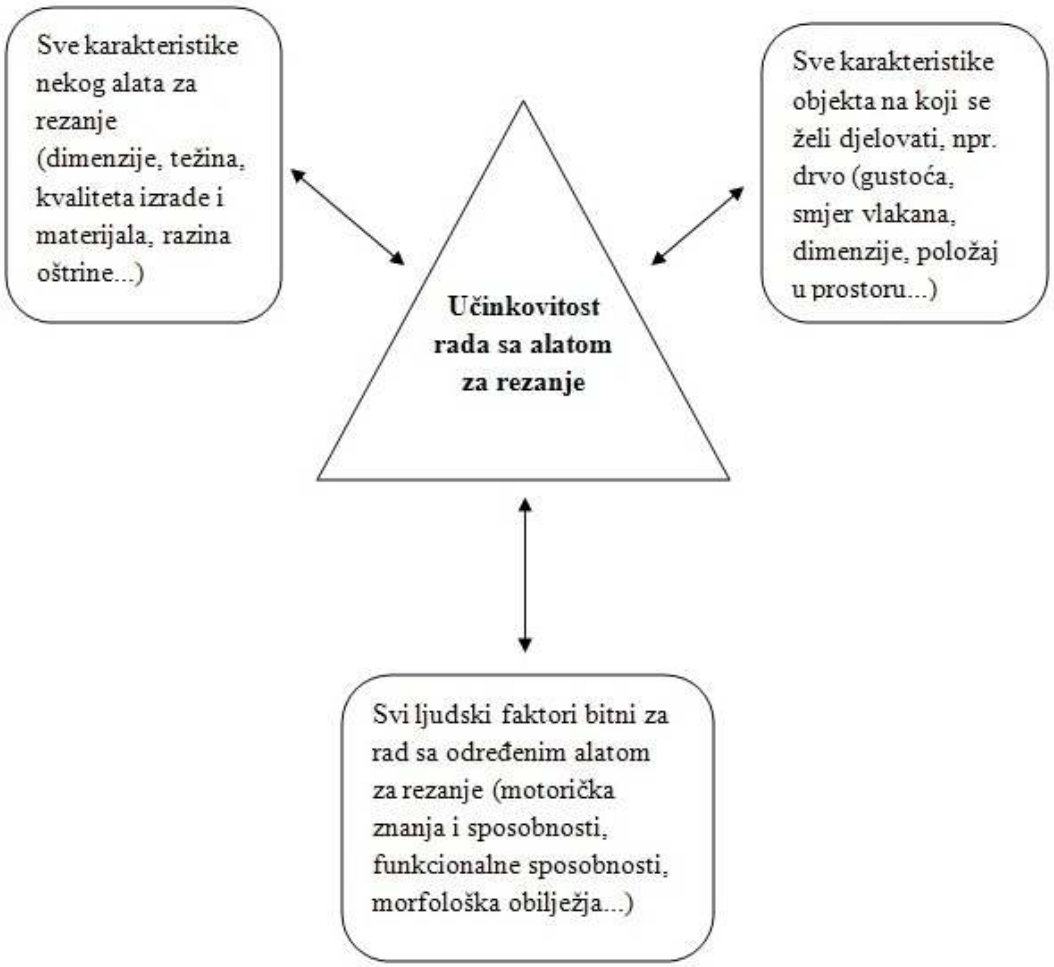
Slika 27. Oštrenje konveksne oštrice (Bottorff ,2010).

jer oštrenje bilo kakvim načinom na tvrdoj podlozi kao kod „V“ profila s vremenom će promijeniti originalni konveksni profil. Najčešće korištena metoda je takva da se ispod brusnog papira stavi primjerice podloga od miša za računalo ili nešto slično. Takva podloga je poput spužve te će se tijekom povlačenja noža po brusnom papiru deformirati i pratiti oblik oštrice. Bitno je reći da se oštrenje izvodi u smjeru leđa noža, kao i kod poliranja jer bi u suprotnom oštrica sjekla brusni papir. Svi ostali principi prethodno nabrojani u tekstu vrijede i za ovaj profil.

3. KINEZIOLOŠKA ANALIZA RADA S RAZLIČITIM ALATIMA ZA REZANJE

Alati za rezanje koji se koriste za preživljavanje u prirodi su brojni i raznovrsni. Različito podneblje, klimatski uvjeti, te potreba čovjeka da si prilagodi svoj okoliš, primorala je ljude na dizajniranje i izradu najučinkovitijih reznih alata za određeno geografsko područje. Tako će u šumama Amazone biti nužno koristiti mačetu ili parang koji će zbog velike dužine reznog brida omogućiti jednostavno krčenje gustih i neprohodnih šumskih područja, dok će sjekira biti nezamjenjiva u sjevernim šumama Aljaske ili Sibira, zbog lakoće sječenja i cijepanja drveta za ogrjev i sklonište. U našim područjima nož i sjekira i pila su najčešće korišteni rezni alati tijekom boravka u prirodi, stoga će o njima biti više govora u daljnjem tekstu. Situacija preživljavanja može zahtijevati vrlo širok raspon poslova sa reznim alatima, od najlakših poput šiljenja štapa do vrlo teških kao što je rušenje drveta. Faktori koji će određivati učinkovitost rada mogu se svrstati u tri kategorije (Dijagram 3), prva se odnosi na sve karakteristike

nekog alata za rezanje (dimenzije, težina, kvaliteta izrade i materijala), druga podrazumijeva sve karakteristike objekta na koji se želi djelovati, primjerice ako se radi o drvetu tada će to biti njegova gustoća, smjer vlakana, dimenzije, položaj u prostoru. Treća kategorija podrazumijeva sve ljudske faktore bitne za rad sa određenim reznim alatom, a koji će biti različiti za pojedine vrste rada. Primjerice kod sječenja drveta sjekirom do izražaja će doći preciznost, eksplozivna snaga ruku i trupa te izdržljivost u slučaju dužeg rada. Dok će pri izradi velikog broja zamki za životinje od drvenih prutova prilikom biti potrebno napraviti veliki broj struganja, šiljenja i zasijecanja drveta nožem, za što će biti potrebna statička snaga mišića podlaktice zbog dugotrajnog snažnog hvata drške noža i fiksiranja šake na koju nož konstantno djeluje silom suprotnom od smjera djelovanja oštrice.



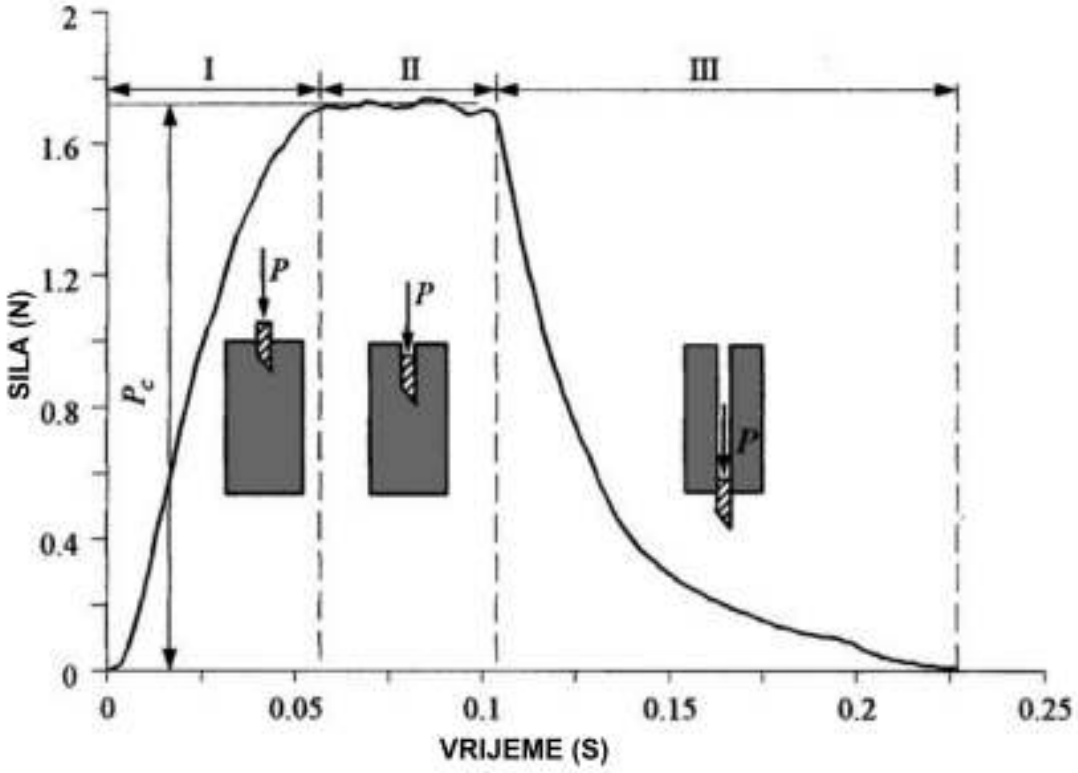
Dijagram 3. Faktori koji utječu na učinkovitost rada sa alatima za rezanje

Evolutivna adaptacija šake koja je omogućila ljudima snažne hvatove za korištenje ručnih alata je dugačak i robustan palac te relativno kratki prsti, robusne metakarpalne kosti sa asimetričnim glavama te hipertrofirani intrinzični mišići šake. (Marzke, 1997; i Susman, 1998, navedeno u Rolian et al. 2011). Napier (1956) definira dvije vrste hvatova ručnog alata. Čvrsti hvat i precizni hvat. Čvrsti hvat, podrazumijeva da je uzdužna os alata potpuno ili djelomično okomita na podlakticu, dok je drška alata stisnuta između djelomično flektiranih prstiju i dlana, dok palac pruža protusilu a postavljen je najčešće u abduciranom položaju oko drške alata. Postoje tri vrste čvrstog hvata koji se razlikuju prema liniji projekcije sile djelovanja alata u odnosu na ruku: 1.) sila paralelna u odnosu na podlakticu, primjer je korištenje pile za drvo. 2.) sila pod nekim kutom u odnosu na podlakticu, primjerice kod cijepanja drveta sjekirom. 3.) obrtna sila oko podlaktice, na primjer dubljenje drveta vrhom noža. Kod preciznog hvata drška alata je pritisnuta između djelomično flektiranih prstiju te palca sa suprotne strane. Dvije su vrste preciznog hvata: 1.) unutrašnji, gdje primjerice drška noža prolazi ispod palca pa se prema tome nalazi unutar šake. 2.) vanjski, drška alata prolazi iznad palca te se stoga nalazi izvan šake.

Nož

Ljudsko gibanje prilikom korištenja noža najčešće se može opisati kao gibanje zatvorenog kinetičkog lanca, jer gotovo svako sječenje nožem započinje postavljanjem reznog brida na objekt nakon čega korisnik aplicira silu na dršku noža čime oštrica počinje sjeći materijal te je cijelo vrijeme u kontaktu sa objektom, odnosno najdistalniji segment kinetičkog lanca je fiksiran uz objekt te nema slobodu gibanja kao kod otvorenog kinetičkog lanca. Ponekad, u slučaju korištenja većih noževa, moguće je izvoditi gibanja otvorenog kinetičkog lanca jer se tada nož koristi slično sjekiri, mačeti ili parangu. Odnosno, postojat će određeni zamah te će se kinetički lanac zatvoriti tek pri srazu oštrice i objekta. Vrsta motoričke aktivnosti pri korištenju noža može se definirati kao diskretna motorička aktivnost, jer svaki ciklus sječenja ima jasno definiran početak i kraj, a sam ciklus traje relativno kratko, najčešće nekoliko sekundi.

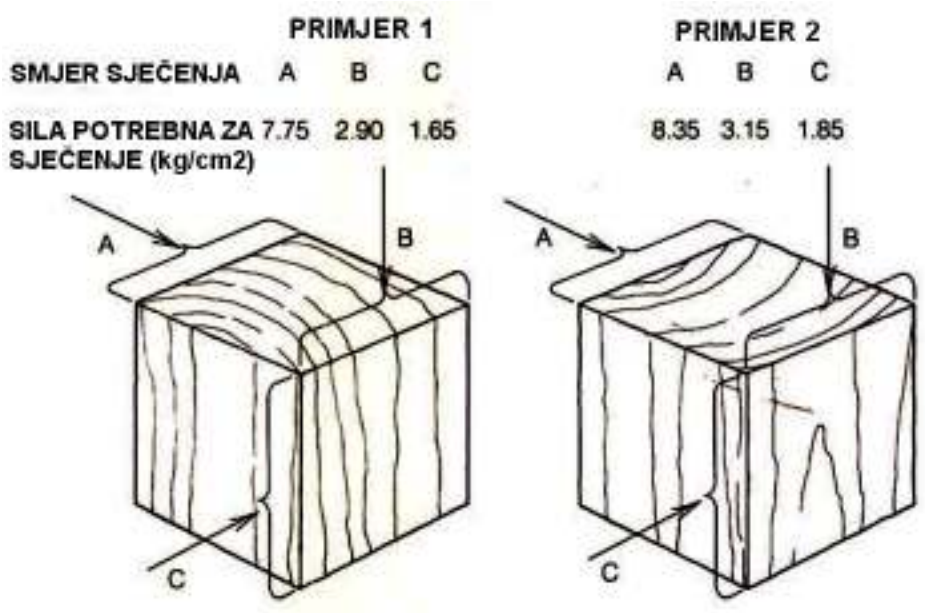
Rad s nožem može se raščlaniti na tri faze, za potrebe ovog rada nazvat će se pripremna, glavna i završna faza. U prilog ovakvom strukturalnom raščlanjivanju može se navesti primjer Dowgiallo-a (2005) koji sječenje fibroznog materijala nožem također dijeli na tri faze (Dijagram 4), a naziva ih: 1. Faza prodiranja oštrice u materijal, 2. Faza stabilizacije sječenja 3. Faza izlaska oštrice iz materijala. *Pripremna faza* podrazumijeva prilagodbu hvata drške određenom poslu i zauzimanje najudobnijeg stava koji može biti stojeći, sjedeći ili klečeći, ovisno vrsti, intenzitetu i trajanju rada. Stav prilikom rada ima svrhu osiguravanja stabilnog ravnotežnog položaja koji bi trebao biti takav da je što manji broj mišićnih grupa uključen u održavanje i stabilizaciju posturalnog položaja. Odnosno, položaj tijela pri radu trebao bi biti energetski što ekonomičniji, naročito pri dugotrajnom radu. Ponekad će položaj tijela uvjetovati položaj objekta u prostoru na kojeg se želi djelovati nožem, primjerice sječenje grana unutar guste krošnje drveta ili rušenje manjeg drveta na strmom terenu.



Dijagram 4. Prikaz trenda razvoja sile kroz tri faze potrebne za sječenje fibroznog materijala (Dowgiallo 2005)

Važno je naglasiti da položaj prilikom rada treba biti takav da se nijedan segment tijela osobe ne nalazi na putanji oštrice noža, čak i kada su u pitanju vrlo kratka zasijecanja u drvo koje se nalazi između oštrice i tijela. Najčešće korišteni hvatovi su podvarijante čvrstog hvata, a nazivaju se prednji, pojačani i bočni hvat ili tzv. „prsna poluga“. Od svih hvatova prednji hvat se najviše koristi, položaj noža pri tom hvatu je takav da je oštrica noža usmjerena prema naprijed, odnosno leđa noža su okrenuta prema podlaktici. Ovaj hvat osigurava čvrst položaj noža u šaci, a koristi se primjerice pri struganju kore drveta, šiljenju štapa ili presijecanju grane. Kod ovog hvata nož se kreće od tijela prema okolnom prostoru što ga čini sigurnim od ozljeđivanja. Kod ovog hvata položaj palca će uvjetovati koliko će se precizno ili snažno izvoditi rad, tako će aducirani palac postavljen na leđa noža omogućiti korištenje senzorne površine jagodice palca, što će korisniku noža dati bolji osjećaj kontrole nad nožem (Napier, 1956). Nasuprot tome, abducirani palac postavljen oko drške noža omogućit će dodatnu potporu čvrstom hvatu te samim time i razvoj veće sile sječenja. Pojačani hvat se koristi uz pomoć druge ruke koja dodatno gura oštricu u smjeru djelovanja, koristi se npr. kod zasijecanja usjeka u drvo i općenito kod vrlo kratkih i preciznih rezova. Ovaj hvat je gotovo identičan prednjem hvatu sa aduciranim palcem na leđima noža, osim što pri radu glavninu sile sječenja proizvodi palac suprotne ruke koji gura nož, a postavljen je na leđima noža pri samom vrhu. Na taj način, moguće je izvoditi vrlo kontrolirana i odmjerena zasijecanja, primjerice kod usjeka prilikom izrade zamki, rezbarenja predmeta od drveta itd. Pri korištenju bočnog hvata ili tzv. „prsne poluge“, moguće je proizvesti najveću silu sječenja nožem, a razlog je taj što se sječenje izvodi najbliže tijelu, odnosno uzdužnoj osi tijela, a pri radu se aktiviraju dominantno mišići leđa i ramena (m.trapezius, m.deltoideus), dok se širenjem prsnog koša u trenutku sječenja nož dodatno gura prema naprijed. Kod ovog hvata, nož je bočno okrenut u šaci i to tako da je oštrica u smjeru dorzalne strane šake. Leđa noža postavljaju se uz prsa skupa sa suprotnom rukom koja drži objekt koji se sječe ispred oštrice. Povlačenjem ramena i nadlaktica prema nazad te širenjem prsnog koša vrši se vrlo kratko i snažno sječenje. Prilikom rada, šake obje ruke su na prsima, zbog čega podlaktice djeluju kao poluge. *Glavna faza* podrazumijeva translacijsko ili kružno gibanje noža, što se očituje kao razdvajanje materijala koji se sječe. Pri radu s nožem fleksija i ekstenzija podlaktice bit će najučestaliji pokret, dok će se samo sječenje najčešće izvoditi ekstenzijom

podlaktice. Povećanjem zahtjeva za preciznošću pokreti će sve više uključivati fleksiju, ekstenziju te lateralne devijacije šake uz smanjenje amplitude pokreta iz lakta. Pokreti iz zgloba ramena bit će aktivirani u radovima gdje je potrebna velika amplituda djelovanja oštrice, primjerice kod čišćenja drvene motke od grančica. Sila koja je potrebna da bi došlo do sječenja ovisit će vrsti materijala koji se sječe, njegovoj temperaturi, o oštrini noža, kutu oštrice te o mnogim drugim faktorima. Kod sječenja drveta vrlo je bitan i smjer sječenja. Primjerice, kod finske breze sa postotkom vlažnosti od 12 %, sa nožem industrijske oštrine, sila potrebna da bi se postiglo sječenje u smjeru rasta vlakana iznosi skoro tri puta manje nego sječenje okomito na vlakna (Lee, 1995).



Slika 28. Sile potrebne za sječenje u različitim smjerovima u odnosu na vlakna drveta (Lee, 1995).

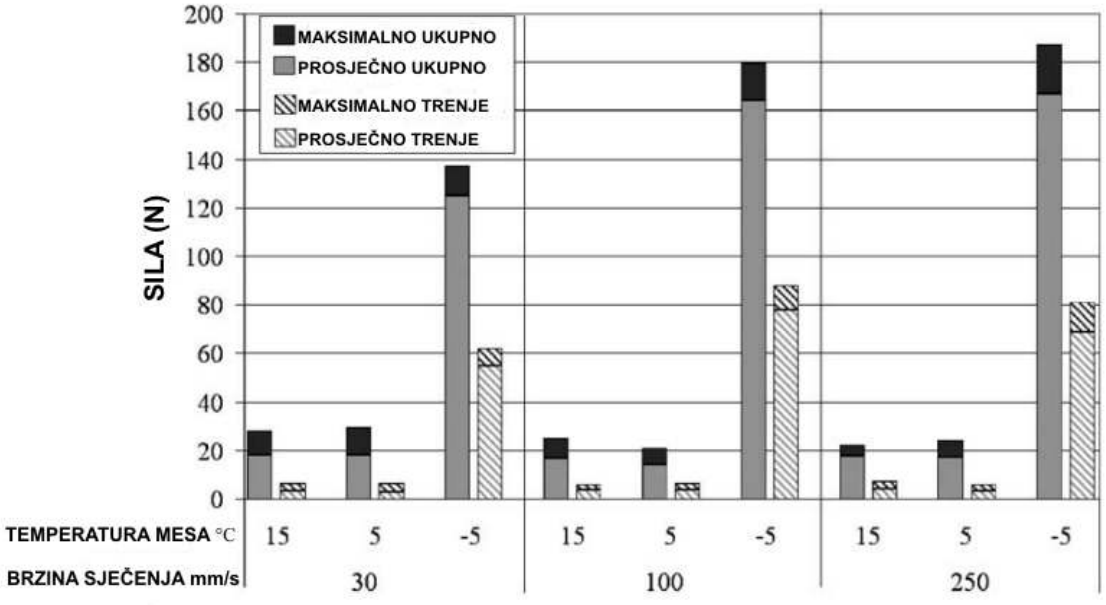
Znatno bolje sječenje će se postići oštrenjem noža sa većom granulacijom abrazivne površine, McGorry i suradnici (2005) dokazali da se oštrenjem na granulaciji 900 u odnosu na granulaciju 400 postiže smanjenje potrebnog vremena sječenja mesa za 25.3%, smanjenje sile hvata za 21.2% i smanjenje momenta sile noža za 28.4%. Isti autori u jednom drugom eksperimentu konstruirali su instrument za mjerenje razine oštrine, te su prema tome noževe podijelili u 3 skupine: Oštar, srednje oštar i tup. Zatim su mjerili moment sile noža, te vrijeme potrebno za obavljanje zadatka, koje je izvodilo

15 profesionalnih mesara u tvornici za preradu mesa. Dobiveni rezultati pokazali su značajno smanjenje vremena i momenta sile sa oštrijim noževima (McGorry et. al 2003). Brown i sur. (2004) su u svome radu prikazali utjecaj temperature goveđeg mesa te brzinu sječenja na silu potrebnu da bi se vršilo sječenje. Dobiveni rezultati sugeriraju da dolazi do značajnog povećanja trenja pri sječenju smrznutog mesa u odnosu na ono koje nije smrznuto,

Tablica 1. Prikaz utjecaja razine oštrine na moment sile oštrice i vrijeme potrebno za obavljanje tri tipična zadatka u industriji obrade mesa (McGorry et. al 2003).

Razina oštrine	**Moment sile noža Prosjek (standardna devijacija)**	**Potrebno vrijeme za izvođenje zadatka Prosjek (standardna devijacija)**
Oštar	15.4 (0.2) N	23.3 (16.7) s
Srednje oštar	22.3 (0.9) N	27.5 (14.4) s
Tup	32.6 (2.7) N	30.9 (16.4) s

također brzina sječenja nema značajan utjecaj na silu sječenja kod mesa koje nije smrznuto, dok kod smrznutog mesa brzina sječenja dovodi do povećanja potrebne sile za sječenje. *Završnu fazu* karakterizira postupno smanjenje kinetičke energije kojom se oštricom djeluje na objekt ili zaustavljanje pokreta nakon što je oštrica izgubila kontakt s objektom. To se očituje kao usporavanje razdvajanja materijala, primjerice kada se



Dijagram 5. Prikaz maksimalnih i prosječnih rezultata pri sječenju govedine različite temperature i različitim brzinama sječenja (Brown, 2004).

želi postići vrlo odmjeren i precizan rez pri obradi životinje ili zaustavljanje pokreta ekstenzije podlaktice kod šiljenja štapa nakon što je napravljen rez te oštrica više nema kontakta sa štapom nego se nalazi u prostoru.

Tehnike korištenja noža tijekom boravka u prirodi vrlo su brojne te ih je teško sve navesti i opisati. Usvajanjem određenog skupa osnovnih te nešto naprednijih tehnika osoba će moći lakše improvizirati te će na temelju već usvojenih tehnika često koristiti sasvim novu tehniku koja će biti fuzija već usvojenih tehnika. Među najčešće korištenim tehnikama sječenja nožem, zasigurno se može svrstati *osnovno sječenje prednjim hvatom,* a može se izvoditi u sjedećem, klečećem ili stojećem položaju. Za radove koji vremenski dulje traju te zahtijevaju preciznost i malu silu pri radu, biti će uputno izvoditi rad sjedeći ili klečeći. Kada je potrebno kratko i snažno sječenje, stojeći položaj će biti najbolji zbog toga što će se sječenje moći izvoditi vrlo blizu tijela bez opasnosti od porezivanja natkoljenica. Ova tehnika izgleda tako da osoba u dominantnoj ruci drži nož prednjim hvatom, dok se u nedominantnoj ruci nalazi objekt koji se sječe. Oštrica noža se zatim postavlja na objekt pod određenim kutom koji će ovisiti o plastičnosti objekta, kutu reznog brida oštrice i željenoj dubini reza. Samo sječenje izvodi se ekstenzijom podlaktice dominantne ruke odnosno guranjem noža prema naprijed dok objekt miruje, također je moguće flektiranje podlaktice i retrofleksija nadlaktice nedominantne ruke čime će se objekt povlačiti prema natrag dok nož miruje u suprotnoj ruci te će se tako sjeći materijal. Moguća je i kombinacija dvaju prethodnih varijanti. Tipičan primjer ove tehnike je šiljenje štapa, gdje osoba štap drži blizu kraja koji će se zašiljiti, a hvat treba biti svega nekoliko centimetara od početka reza jer udaljavanjem hvata od kraja koji se šilji povećava se i „poluga“ (udaljenost između mjesta sječenja i hvata) te će biti potrebna veća sila hvata da bi se štap stabilizirao pri sječenju. Prilikom sječenja važno je da rezni brid najbliži dršci prvi izvodi sječenje jer tako je sječenje najsnažnije. Postavljanjem oštrice pod blagim kutom (radijalna devijacija šake od nekoliko stupnjeva) u odnosu na smjer sječenja postiže se bolja efikasnost sječenja drveta jer veća površina reznog brida vrši sječenje (Lee, 1995). Nešto delikatniji primjer korištenja ove tehnike je izrada štapića za potpalu (eng. „feather sticks“) gdje je na štapićima duljine 30-40 cm debljine palca ruke potrebno napraviti veliki broj finih strugotina. Prilikom izvođenja struganja na štapićima, nedominantnom rukom drži se jedan kraj štapića dok se drugi treba čvrsto pritisnuti uz

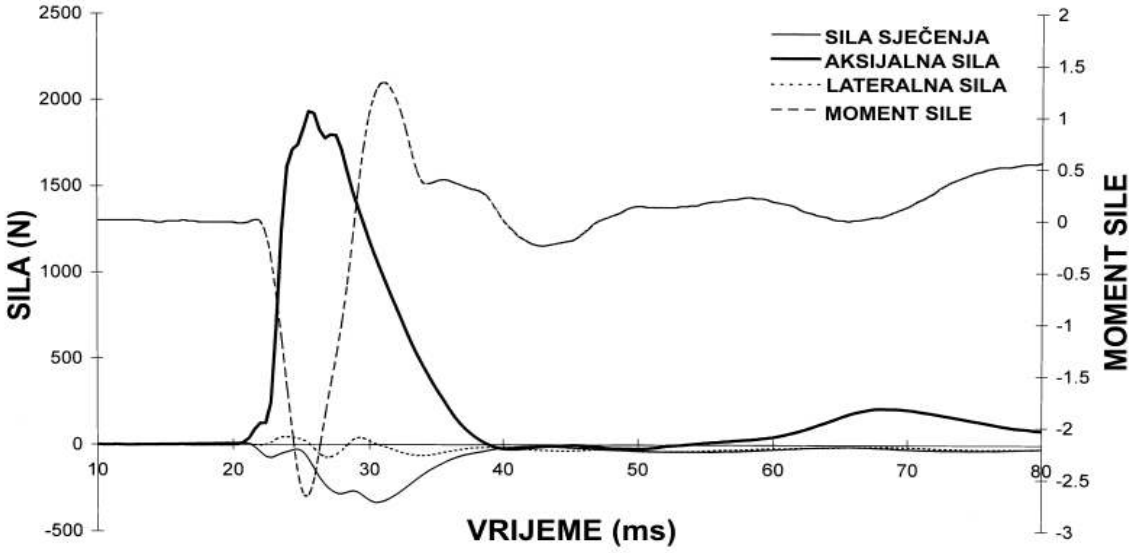
tvrdu podlogu, a ovisno o visini podloge ovisit će i položaj tijela. Vrlo čest položaj za ovaj zadatak bit će klečanje na jednoj nozi dok se štapić upire u tvrdu podlogu na tlu. Važno je naglasiti da se pri struganju vrlo malo koristi ekstenzija podlaktice, odnosno ruka pri struganju gotovo miruje dok je dominantan pokret pretklon trupa prilikom čega se koristi težina trupa te mišići trbuha pri sječenju. Takav način sječenja omogućuje veću kontrolu nad pokretom, naročito u završnoj fazi kada je potrebno vrlo odmjereno privesti struganje kraju te paziti da se dotada nakupljena strugotina ne presječe. Kod oba navedena primjera palac će se prilikom hvata nalaziti u abduciranome položaju oko drške, zbog čvršćeg hvata i snažnijeg sječenja. *Sječenje i cijepanje pomoću drvene palice* je jedna od najkorisnijih tehnika ukoliko je nož jedini alat za rezanje, a vrijednost same tehnike povećat će se pri duljem boravku u prirodi na niskim temperaturama, kada će biti potrebno procesirati veliku količinu drveta za ogrjev te izraditi sklonište. Pri izvođenju tehnike nož se nalazi u nedominantnoj ruci, dok se u dominantnoj nalazi drvena palica duljine oko 40-50 cm, debljine otprilike kao podlaktica, te od potpuno zdravog drveta.

Slika 29. Cijepanje drveta nožem uz pomoć drvene palice

Za učinkovitiji rad, kraj na kojem se palica drži može se malo stanjiti zbog udobnijeg hvata, a time će se ujedno i podići centar težišta prema suprotnom kraju palice, što će povećati kinetičku energiju palice pri udarcu. Oštrica noža postavlja se na drvo koje se želi sjeći ili precijepiti te se drvenom palicom udara po leđima noža. Udarac mora biti okomit na leđa noža jer svaki udarac koji djeluje lateralno na oštricu može uzrokovati oštećenja. Kod cijepanja ovom tehnikom nož se postavlja na sredinu cjepanice te se palicom vrši udarac koji će uzrokovati prodiranje oštrice cijelom svojom širinom u drvo. Nakon toga se nastavlja udarati po dijelu leđa uz sami vrh noža te se na taj način nož kreće kroz cjepanicu sve dok ju ne razdvoji na dva dijela. U slučaju cijepanja vrlo tankih komada drveta, često će nakon prvog udarca po nožu i prodiranju u

drvo biti potrebno samo zarotirati nož oko svoje uzdužne osi nakon čega će se drvo razdvojiti uzduž vlakana. Vrlo ograničavajući faktor pri cijepanju nožem biti će promjer cjepanice, odnosno duljina oštrice noža. Jer da bi se cjepanica precijepila na pola potrebno je da oštrica bude barem za 2-3 cm dulja od promjera cjepanice. Ukoliko je cjepanica većeg promjera, tada će najbolje biti koristiti drvene klinove izrađene uz pomoć noža, koji će se zatim zabijati u rez koji se prethodno napravi nožem, sve dok se drvo ne raspolovi. Koristeći drvenu palicu moguće je i srušiti drvo manjeg promjera od dužine oštrice, a položaj će najčešće biti klečeći jer je poželjno napraviti rez što niže na drvetu. Princip je isti kao i kod rušenja drveta sjekirom, odnosno, potrebno je napraviti donji i gornji usjek u obliku slova „V“, a krakovi usjeka trebaju biti oko 45° što znači da se nož pod tim kutom postavlja na drvo te se palicom udara okomito po leđima noža. U slučaju da se drvo sječe vrlo blizu tla, tada će biti gotovo nemoguće usjeći donji krak „V“ usjeka pod 45°, što će značiti da će se kut morati povećati, ponekad gotovo i do pravog kuta. U tom slučaju sječenje će biti manje učinkovito. Nakon rušenja drveta biti će potrebno očistiti deblo od grana te ga segmentirati na komade željene duljine. Pri čišćenju grana sječenje se izvoditi sječenjem u smjeru rasta grane ili u suprotnom smjeru, ovisno o položaju grane u odnosu na trupac i na tlo. Pri segmentiranju debla, ako je deblo manjeg promjera biti će potrebno napraviti samo jedan „V“ usjek, dok će u slučaju većeg promjera biti potrebno napraviti dva usjeka na suprotnim stranama debla i to najbolje tako da se sječe paralelno sa tlom, najprije usjek s gornje strane, nakon čega je potrebno zarotirati deblo na suprotnu stranu te napraviti drugi usjek točno na suprotnoj strani debla. Koristeći drvenu palicu, moguće je također presijecanje tanjih grana, primjerice kada je potrebno dužu granu presjeći na nekoliko kraćih uz vrlo precizan rez. Tada će biti potrebno postaviti granu na ravnu drvenu podlogu te postaviti nož na mjesto reza, udaranjem po leđima noža napravit će se precizan i ravan rez bez nepotrebnog gubitka drveta kao što bi se dogodilo u slučaju osnovnog sječenja prednjim hvatom. *Tehnika sječenja obrnutim hvatom* podrazumijeva držanje noža na način da mu je oštrica okrenuta prema dolje, odnosno kraj drške noža se nalazi u razini kažiprsta i korijena palca. Takav hvat ima dvije varijante tj. oštrica može biti usmjerena prema tijelu korisnika i od tijela prema okolnom prostoru. Ova tehnika se rijetko primjenjuje pri radu s drvetom, a češće se koristi pri obradi mesa, primjerice kada ubijenu životinju treba očistiti, segmentirati te pripremiti za jelo. Također, primjenom ove tehnike

najefikasnije se izvodi ubadanje nožem, što može biti slučaj kod obrane od životinje, kopanja zemlje, razbijanja leda i sl. Chadwick i suradnici (1999) u svom su eksperimentu mjerili sile koje djeluju na nož tijekom ubadanja nožem, 17 ispitanika trebalo je maksimalnom snagom izvršiti ubadanje nožem u posebnu pjenu. Ubadanje se vršilo podizanjem noža iznad ramena nakon čega se vršilo ubadanje u cilj. Nož se držao obrnutim hvatom te s oštricom okrenutom prema tijelu korisnika. Mjerene su četiri sile tijekom ubadanja noža: 1.Aksijalna sila (uzdužna os noža) 2. Sila sječenja (paralelno sa širinom oštrice) 3. Lateralna sila 4. Moment sile. Dobiveni rezultati sugeriraju da se najveće vrijednosti ovih sila ne ispoljavaju simultano već u različitim vremenskim točkama.



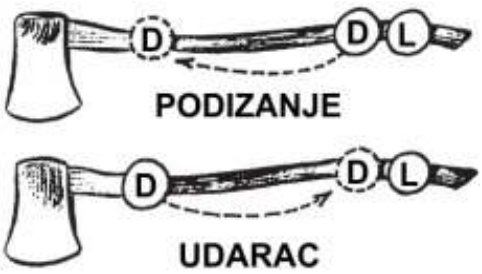
Dijagram 6. Prikaz četiri mjerene sile tijekom uboda nožem te njihovu dinamiku (Chadwick i et. al 1999).

Tehnika povlačenja noža podrazumijeva korištenje noža na identičan način kao i stolarski alat maklja (eng. draw knife), koji je zapravo nož kvadratnog oblika sa dvije drške, na svakom kraju oštrice po jedna. Taj alat se koristi za obradu drveta, a način korištenja omogućava veliku kontrolu nad sječenjem. Da bi se nož koristio na taj način potrebno je vrh noža zabiti u blizu jednog kraja svježeg drvenog štapa duljine oko 30 cm, nakon toga štap se uhvati jednom rukom, drška noža drugom, te se pokretima povlačenja jednostavno struže drvo duž vlakana. Ova tehnika je vrlo primjenjiva za

pravljenje strugotina za potpalu na većem komadu drveta, ali također jako dobro može poslužiti pri izradi nekih predmeta od drveta, primjerice drške za sjekiru.

Sjekira

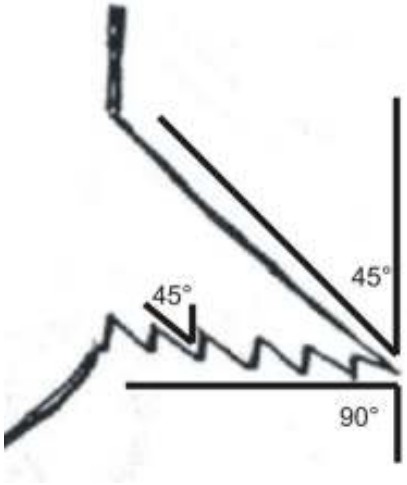
Struktura gibanja pri radu sa sjekirom se uvelike razlikuje od rada s nožem, jer sjekira podrazumijeva zamah te djelovanje oštrice u vidu udarca u drvo. Korištenje sjekire moglo bi se svrstati u klasu gibanja otvorenog kinetičkog lanca, zbog toga je rad sa sjekirom znatno kompleksniji te zahtjevniji u odnosu na rad s nožem ili pilom. Također, rad sa sjekirom bi se mogao definirati kao diskretna motorička aktivnost, jer se početak i kraj jednog ciklusa zamaha i udarca jasno može definirati, te cijeli ciklus traje oko 2 sekunde. Prilikom korištenja sjekire dominantna motorička sposobnost je preciznost te eksplozivna snaga ruku. Korisnik tijekom rada cijelo vrijeme vizualnom kontrolom mora regulirati te upravljati vođenjem sjekire kroz zamah te udarac u točno određeno mjesto na drvetu. Preciznost je dodatno izražena prilikom rušenja drveta ili segmentiranja trupca, jer tada je potrebno progresivno produbljivati „V“ usjek u drvetu, te je potrebno da sjekira svaki puta pogodi prethodni rez, u suprotnom se rez neće produbljivati čime se rad produžuje i postaje neučinkovit. Zbog toga je bitno da se prilikom rada sve moguće distrakcije svedu na najmanju razinu, jer one mogu prouzročiti smanjenje učinkovitosti ali i ozbiljnije ozljede. Da bi se rad sa sjekirom mogao izvoditi učinkovito i sigurno potrebno je usvojiti kvalitetnu tehniku zamaha, po mogućnosti s obje strane tijela, odnosno podizanja sjekire iznad lijevog i desnog ramena i udarca. Na primjeru rušenja drveta mogu se jasno prikazati dvije osnovne faze rada sa sjekirom. U *pasivnoj fazi* osoba određuje smjer rušenja drveta na temelju kuta nagiba stabla, asimetrije rasta krošnje, jačine i smjera vjetra, rasporeda okolnih objekata, stabala i sl. Drška sjekire se može koristiti kao visak, na način da se uhvati prstima za kraj drške dok glava visi dolje s oštricom okrenutom prema naprijed. Na taj se način može preciznije utvrditi ima li drvo prirodni nagib. Zatim je potrebno stati na određenu udaljenost od stabla koja se određuje postavljanjem sjekire opruženim rukama na mjesto



Slika 30. Pozicija dlanova lijeve (L) i desne (D) ruke pri podizanju i zamahu sjekire (Weisgerber,1999).

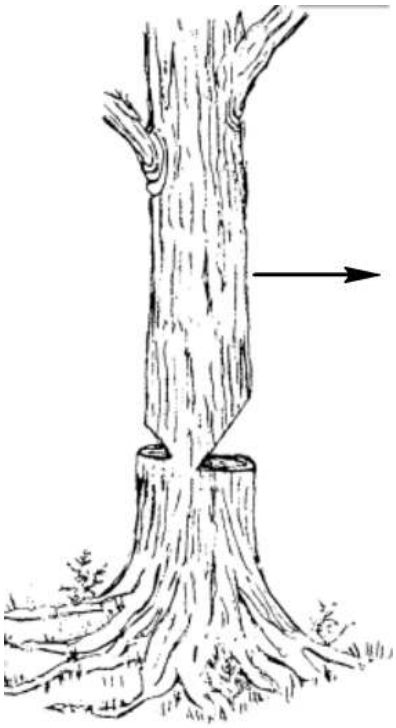
reza, kada je korisnik zauzeo položaj za rad treba se uvjeriti da u prostoru u kojem će raditi ne postoje nikakve prepreke na koje bi sjekira mogla naići. Stav pri radu može biti stojeći dijagonalni ili klečeći ukoliko je osoba neiskusna ili ima sjekiru male dužine. Također, pri podučavanju korištenja sjekire, klečeći položaj će vjerojatno biti najprikladniji i najsigurniji.

Hvat sjekire je dvoručni, nedominantna ruka se nalazi uz sami kraj drške, a dominantna uz glavu sjekire. U *aktivnoj fazi* slijede podfaze podizanja sjekire i udarca. Pri podizanju sjekire do iznad ramena, istovremeno se vrši rotacija trupa te prebacivanje težine na stražnju nogu. Pri kraju podfaze podizanja sjekire, dominantna ruka počinje polagano kliziti niz dršku da bi se na početku podfaze udarca ruke spojile pri kraju drške.



Slika 31. Prikaz „V“ usjeka kod rušenja drveta (Kochanski, 2008).

Zatim se cijeli ciklus ponavlja, dominantna ruka se podiže do blizu glave sjekire te se vrši podizanje i udarac. Udarac se vrši se pod kutom od oko 45° te se u stablu zasijeca donji usjek u obliku slova „V“ u smjeru rušenja, na što manjoj visini zbog sigurnosti i veće iskoristivosti drveta. Ako se usjek pravi blizu tla tada će biti gotovo nemoguće napraviti donji krak „V“ usjeka pod 45° , stoga će biti potrebno sjeći pod istim kutom kao i gornji krak, te postupno praviti niz malih usjeka pod 45° koji će činiti donji krak „V“ usjeka (Kochanski, 2008), s tim da će kut donjeg kraka u odnosu na deblo biti oko 90°. Razlog za takav način rezanja je u činjenici da je za okomito sječenje drveta u odnosu na smjer vlakana potrebna gotovo tri puta veća sila nego li za sječenje u smjeru vlakana (Lee, 1995). Dubina usjeka će varirati od 1/3 do 1/2 promjera stabla, ovisno o nagibu stabla ili snazi vjetra, dok će širina usjeka biti nešto manja nego promjer stabla. Tehnika sječenja



Slika 32. Donji i gornji „V“ usjek kod rušenja drveta. Strelica pokazuje smjer pada drveta (Kauffman, 2007).

usjeka je takva da se najprije zasijeca u prvu trećinu kraka usjeka, zatim u zadnju trećinu te na kraju u sredinu usjeka (Beaudry, 2002; Weisgerber, 1999; Mason, 1954; McLaren, 1929). Takav način sječenja se koristi i kod segmentiranja trupca, a koristi se zato da se smanji mogućnost zaglavljivanja oštrice sjekire u drvetu, jer na ovaj se način jedan dio oštrice sjekire uvijek nalazi izvan reza, zbog čega je lakše izvaditi sjekiru van. Nakon donjeg usjeka, na isti način potrebno je napraviti gornji usjek na suprotnoj strani debla i to nekoliko centimetara više od donjeg usjeka. Postupnim produbljivanjem gornjeg usjeka, u jednom će trenutku stablo početi padati u smjeru donjeg usjeka. Tada je potrebno prestati s radom te se odmaknuti na sigurnu udaljenost. Tijekom rušenja drveta, zamah sjekire će se izvoditi više horizontalno nego li je to slučaj kod cijepanja drveta ili segmentiranja trupca kada se sjekirom udara gotovo okomito u odnosu na tlo. Takvo postranično sječenje je i energetski malo zahtjevnije, primjerice pri rušenju drveta sjekirom težine 1.25 kg sa frekvencijom rada od 34 udarca u minuti energetska potrošnja će iznositi 13.2 kalorija/min, dok će rad okomitim udarcima sa istom sjekirom i frekvencijom iznositi 11.9 kalorija/min.

Slika 33. Redoslijed udaraca sjekirom pri rušenju i segmentiranju drveta (Weisgerber,1999).

(Passmore i Durnin 1955). Razlog tomu je vjerojatno otklon trupa potreban pri horizontalnom sječenju, kojim se aktiviraju mišići donjeg dijela leđa i trbuha u cilju stabilizacije takvog posturalnog položaja. Brzina kretanja sjekire u aktivnoj fazi pri radu sa sjekirama težine glave od 1437 g do 2546g te dužine drški od 65 do 72 cm, iznosit će između 8.9 do 10.3 m/s (Paivinen i Heinimaa 2009), dok će prosječno trajanje ove faze biti oko 2.5 sekundi (Wilder i et. al., 1985).

Tablica 2. Energetska potrošnja pri radu sa sjekirom okomitim udarcima u odnosu na težinu sjekire i frekvenciju rada (Passmore i Durnin, 1955).

Težina sjekire (Kg)	Frekvencija rada (udaraca u minuti)	Energetska potrošnja (kalorija u minuti)
0.65	36	11.4
1.25	34	11.9
2.00	33	13.0
1.25	19	6.9
1.25	35	11.0
1.25	51	24.1

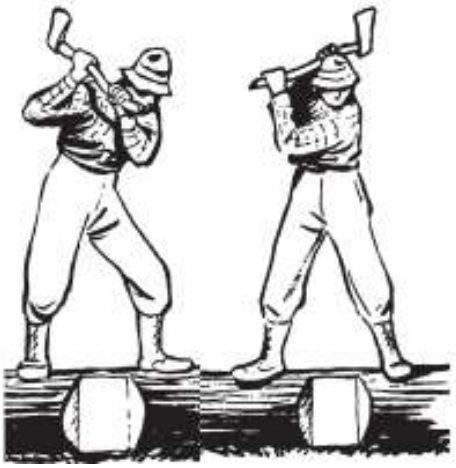
Tablica 3. Energetska potrošnja pri radu sa sjekirom horizontalnim udarcima u odnosu na težinu sjekire i frekvenciju rada (Passmore i Durnin, 1955).

Težina sjekire (Kg)	Frekvencija rada (udaraca u minuti)	Energetska potrošnja (kalorija u minuti)
0.65	34	12.0
1.25	34	13.2
2.00	33	12.3

Nakon što je drvo srušeno, potrebno ga očistiti od grana. Prilikom sječenja grana, zbog sigurnosti je najbolje sjeći grane sa suprotne strane trupca, u odnosu na stranu na kojoj osoba stoji. Grane treba sjeći u smjeru rasta, u većini slučajeva prema vrhu stabla, te treba obratiti pažnju da rez bude ravan te poravnat sa površinom debla. Segmentiranje trupca je tehnika jako slična rušenju drveta, ali je manje opasna te je stoga idealna za učenje tehnike rada sa sjekirom (Beaudry,2002).

Slika 34. Pravilan način čišćenja debla od grana (Weisgerber,1999).

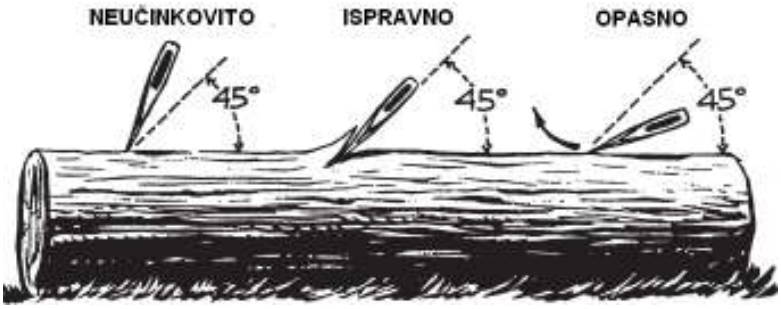
Pri radu će osoba moći puno naučiti, jer primjerice, ako sječe pod velikim kutom tada će sječenje biti neučinkovito i sporo, ako sječe pod premalim kutom, tada će sjekira često samo prokliziti uz drvo. Zatim, ako ne slijedi redoslijed kojim se sječe usjek, sjekira će često ostati zaglavljena unutar drveta, ako napravi preuzak „V“ usjek, tada on neće moći biti dovoljno dubok te će ga biti potrebno proširivati, što oduzima vrijeme te zamara osobu. Dva su moguća položaja tijekom segmentiranja, jedan je da osoba stoji na deblu te pravi usjeke na bočnim stranama debla, ovakav položaj se koristi kada je srušeno deblo jako veliko i teško i nemoguće ga je pomicati, odnosno okrenuti na suprotnu stranu. Drugi način je stajanje ispred trupca te sječenje usjeka na gornjoj strani debla tj. strani suprotnoj od tla. Nakon završenog prvog usjeka, trupac se okrene na suprotnu stranu te se sječe drugi usjek. Prilikom segmentiranja koriste se dvije vrste zamaha sjekire. Prednji zamah (eng. the forehand swing) koristi se za sječenje onog kraka „V“ usjeka koji se nalazi na strani dominantne ruke osobe. Položaj stopala pri takvom zamahu je blizu 90° u odnosu na uzdužnu osovinu stabla, podizanje sjekire i udarac su slični kao kod rušenja stabla samo što se u ovom slučaju cilj nalazi između stopala osobe, a pri prednjem zamahu sječe se bliže desnom stopalu pod kutom od oko 45° (ako je desna dominantna ruka),



Slika 35. Lijevo: Bočni zamah. Desno: Prednji zamah (Weisgerber,1999).

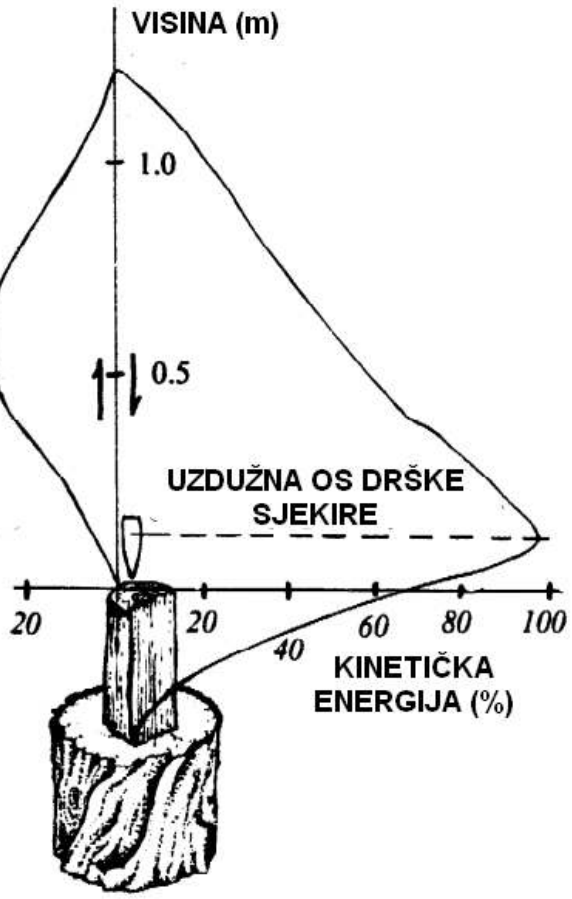
te poštujući prije spomenuti redoslijed sječenja, dakle, prvo bliža trećina, dalja trećina pa sredina, zatim sve isto na drugoj strani usjeka. Bočni zamah (eng.backhand swing) koristi se za sječenje kraka „V“ usjeka na strani nedominantne ruke osobe. Položaj tijela je nešto drugačiji nego kod prednjeg zamaha jer osoba se treba zarotirati u stranu nedominantne ruke da bi mogla sjeći pod kutom od oko 45°, a to će uključivati i naglašenije rotiranje lijevog stopala prema uzdužnoj osi

debla. Nakon što je trupac segmentiran na komade željene duljine, najčešće biti potrebno precijepiti dobivene komade, naročito ako će se koristiti za ogrjev. Pokret prilikom cijepanja će se razlikovati od pokreta pri rušenju drveta, a manjih razlika će biti i u odnosu na pokret pri segmentiranju trupca. Te razlike proizlaze iz činjenice da se cijepanje izvodi na način da se sjekira vodi do cilja u sagitalnoj ravnini, odnosno okomito na tlo, dok se rušenje izvodi vođenjem sjekire pod 45° u odnosu na uzdužnu os stabla, što će zahtijevati naglašeniju rotaciju trupa u stranu dominantne ruke, a sjekira će u krajnjoj točki podfaze podizanja sjekire biti nešto niže nego li prilikom cijepanja. Također, kod cijepanja će ravni trbušni mišić inicirati pokret vođenja sjekire prema cilju dok će kod rušenja stabla to biti vanjski kosi trbušni mišić. S obzirom na veličinu i oblik segmenata, ovisit će i njegov položaj u prostoru u kojem će se cijepati, ali i posturalni položaj osobe na kraju podfaze udarca sjekirom, jer negdje će pretklon trupa biti više ili manje izražen. Cijepanje segmenta koji leži na tlu izvodi se u slučaju većih dimenzija segmenta, a često će biti potrebno koristiti metalne ili drvene klinove ili dvije sjekire. Tehnika izgleda tako da se sjekirom udari u segment blizu jednog kraja, po gornjoj površini drveta, točno u zamišljenu liniju uzdužne osi segmenta. Zatim se u pukotinu zabije klin koji će malo razdvojiti pukotinu iz koje se tada izvadi sjekira te se njome opet udari ovog puta malo dalje od kraja tj. na mjestu gdje pukotina završava, tada će se pukotina još proširiti te će se klin moći izvaditi te se čitav proces ponavlja koliko je potrebno. Na ovaj način pukotina se postupno produžuje sve dok se drvo ne rascijepi na dva dijela. Drugi način ovakvog cijepanja koristi se kada se želi precijepiti segment koji ima konusne i neravne krajeve, što će uvijek biti slučaj ako se trupac segmentira sjekirom. Zbog toga će biti teško postaviti segment da stoji okomito na tlu ili panju, pa će ga trebati precijepiti na tlu. Segment se postavlja na komad drveta promjera 5-6 cm, drvo se treba nalaziti ispod jednog kraja segmenta, nekoliko centimetara od kraja, tako da cijeli segment leži na



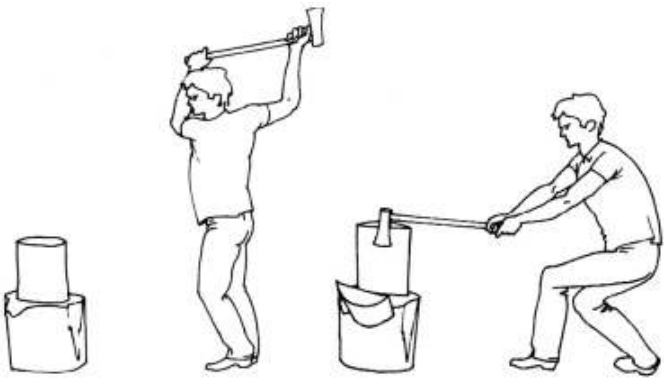
Slika 36.. Ispravan kut sječenja drveta sjekirom (Weisgerber,1999).

zemlji sa uzdužnom osovinom pod malim kutom u odnosu na tlo. Tada treba stati u raskoračnom položaju iznad podignutog kraja segmenta, raskoračni stav je širi od širine ramena te treba obratiti pažnju da rub podignutog kraja segmenta bude u ravnini sa zamišljenom linijom koja spaja pete osobe, na ovaj način ako se sjekira odbije lijevo ili desno od segmenta neće udariti u nogu osobe jer su noge ispred linije sraza sjekire i drveta. Podizanje sjekire se vrši do iznad ramena, a vođenje prema cilju prati i značajan pretklon trupa čiji će kut ovisiti o duljini sjekire, veličini raskoraka te visini segmenta. Cilj je pogoditi segment u sredinu transverzalnog presjeka. Ovaj način cijepanja je učinkovitiji ako se iz kraja segmenta koji nije podignut nalazi stablo koje će onemogućiti pomicanje segmenta unatrag tijekom udarca sjekirom. Također, zbog velikog pretklona koji se događa pri ovoj tehnici, uključeni su veliki leđni mišići koji će za svaki novi ciklus cijepanja morati biti vrlo aktivni zbog fleksije i ekstenzije trupa, što znači da je ova tehnika vrlo zamorna pri duljem radu. Cijepanje tanjih grana, takvih dimenzija da ih je moguće držati s jednom rukom, lako je precijepiti na način da se grana drži jednom rukom te se njezin suprotni kraj pritisne uz oštricu sjekire, nakon čega se vrši istovremeno podizanje i udarac sa granom u nedominantnoj ruci i sjekire u dominantnoj ruci, držeći granu cijelo vrijeme nepomično na oštrici sjekire. Pri udarcu u drveni panj, grana će se rascijepiti. Ovakva



Dijagram 7. Utjecaj visine cijepanja na kinetičku energiju sjekire (Tresemer,1981).

tehnika se često primjenjuje kada je potrebno cijepati drvo na vrlo tanke komade za potpalu vatre. Cijepanje na povišenju je zasigurno najučestalija tehnika cijepanja, a podrazumijeva postavljanje segmenta na povišenje koje je najčešće panj visine oko 20-30 cm (ovisno o duljini segmenata, visini osobe i duljini sjekire). Za razliku od prethodnih tehnika, ovdje segment stoji okomito na tlo te se sjekirom udara u njegov transverzalni presjek. Prije početka cijepanja, naročito ako će se cijepati velika količina drveta, treba odrediti optimalnu visinu cijepanja. Tresemer (1981) tvrdi kako je optimalna visina pri cijepanju onda kada je pri samom kontaktu drška sjekire u vodoravnom položaju, te kako sa svakim snižavanjem visine, kinetička energija se značajno smanjuje. Nakon toga osoba mora postaviti segment na panj, a ako se radi o panju znatno većeg promjera od segmenta tada je segment najbolje postaviti na udaljeniji kraj panja u odnosu mjesto na kojem osoba stoji. Razlog tomu je veća sigurnost, jer u slučaju da sjekira ne pogodi cilj te nastavi svoju putanju, tada će je panj vjerojatno zaustaviti, što neće biti slučaj ako se segment nalazi na bližem rubu panja. Zatim je potrebno stati na udaljenost u kojoj se sa sjekirom u ispruženim rukama oštrica može postaviti na mjesto udarca. Nakon toga osoba zauzima vrlo malen dijagonalni stav, zbog bolje ravnoteže. Stopalo na strani nedominantne ruke treba biti ispred suprotnog stopala. Slijedi podizanje sjekire na gotovo identičan način kao kod prethodno opisanog rušenja drveta, jedina je razlika što će se sad sjekira nalaziti u nešto višem položaju, točnije u krajnjoj točki podfaze podizanja sjekire, šaka nedominantne ruke bi se trebala nalaziti iznad glave, dok bi šaka dominantne ruke trebala zajedno sa prvom trećinom podlaktice biti iznad visine osobe. Također, trup je nešto manje rotiran u dominantnu stranu, podlaktica dominantne ruke bi trebala biti pod otprilike pravim kutom u odnosu na nadlakticu, a nadlaktica u odnosu na trup tj. na uzdužnu os tijela pod nešto većim kutom. Podlaktica i nadlaktica nedominantne ruke bit će pod malo većim kutom od 90°. Naravno, ovi će odnosi malo varirati na drškama različite duljine. Nakon toga slijedi



Slika 37. Lijevo: Završetak podfaze podizanja sjekire. Desno: Završetak podfaze udarca sjekirom (Tresemer,1981).

podfaza udarca koja se inicira fleksijom u koljenima te fleksijom trupa koju vrši ravni mišić trbuha, a nakon njega se u smjeru „proksimalno-distalno“ sukcesivno uključuju ostale mišićne skupine zadužene za ovo gibanje. Tijekom ove faze, dominantna ruka počinje „kliziti“ po dršci sjekire prema nedominantnoj ruci. Kraj podfaze udarca izgleda tako da je osoba u blagom pretklonu, savijenih koljena te s opruženim rukama koje se nalaze jedna uz drugu uz sami kraj drške.

Pila

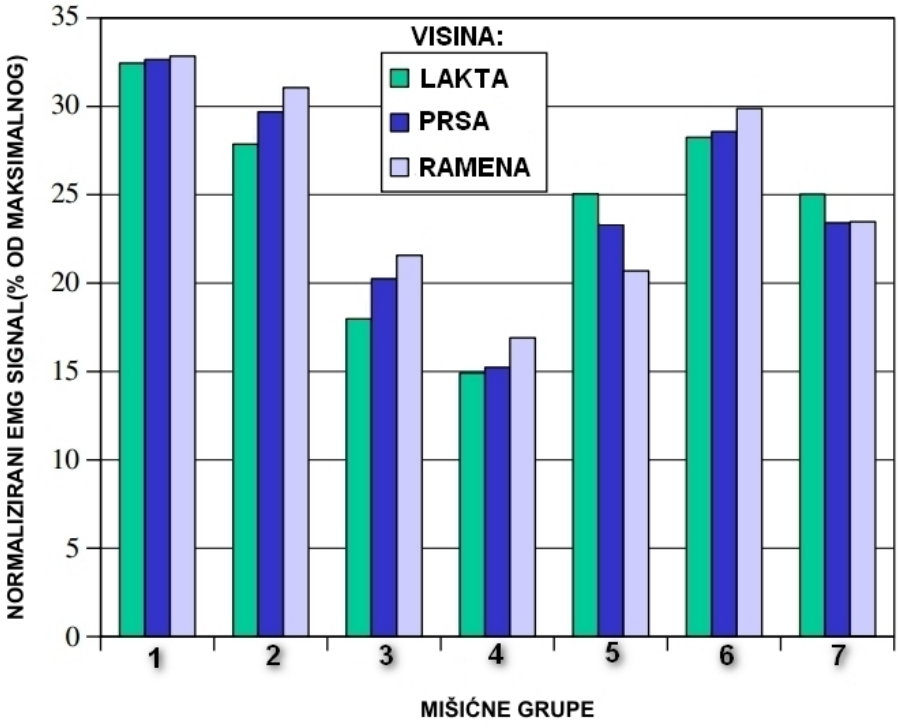
Rad sa pilom za rezanje drveta je znatno jednostavniji i sigurniji u odnosu na nož i sjekiru. Za razliku od sjekire i noža gdje je potrebna stalna vizualna kontrola rada, piljenje se može izvoditi gotovo bez vizualne kontrole, što pilu čini vrlo sigurnim alatom koji se lako može koristiti u uvjetima sa vrlo malo svjetla. Piljenje bi se moglo uvrstiti u klasu gibanja zatvorenog kinetičkog lanca jer distalni kraj „lanca“ tj. dlan zajedno sa pilom cijelo vrijeme ostvaruje kontakt sa drvetom, također bi se moglo smatrati kontinuiranom, cikličkom motoričkom aktivnošću, jer nema jasno definiranog početka i kraja ciklusa te se oni međusobno preklapaju. Osnovni pokret prilikom piljenja je fleksija i ekstenzija podlaktice, te antefleksija i retrofleksija nadlaktice. U odnosu na položaj zubi na pili, odnosno reže li se guranjem ili povlačenjem, ovisit će i hoće li veću ulogu imati fleksori ili ekstenzori. Tipične europske i američke pile režu tijekom faze guranja, odnosno ekstenzije podlaktice i antefleksije nadlaktice, za razliku od njih, tipične orijentalne pile režu tijekom faze povlačenja odnosno fleksije podlaktice i retrofleksije nadlaktice. (Bleed et al., 1982, navedeno u Freivalds, A. 2004). Isti autor navodi rezultate potrošnje kisika tijekom piljenja guranjem i vučenjem tzv. „lučnom“ pilom, dobiveni rezultati su bili 3.28 l/min i 4.55 l/min, što sugerira da je za ovu vrstu pila pokret guranja energetski učinkovitiji, dok razlike u vremenu piljenja nije bilo. Dobiveni rezultati za potrošnju kisika tijekom rada sa japanskom i američkom pilom (na obje pile list je učvršćen samo na jednom kraju tj. na dršci) pokazali su da su japanske pile učinkovitije unatoč tome što se rezanje izvodi povlačenjem. Rezultati su iznosili 2.59 l/min za japansku pilu, te 3.40 l/min za američku pilu. Razlog vjerojatno leži u tanjem listu japanske pile i dizajnu drške. Sa strukturalnog aspekta piljenje bi se moglo podijeliti na *fazu inicijacije* reza, te na *fazu rezanja*. Inicijacija reza predstavlja

Slika 38. Položaj slobodne ruke prilikom inicijacije reza (Mears, 2003).

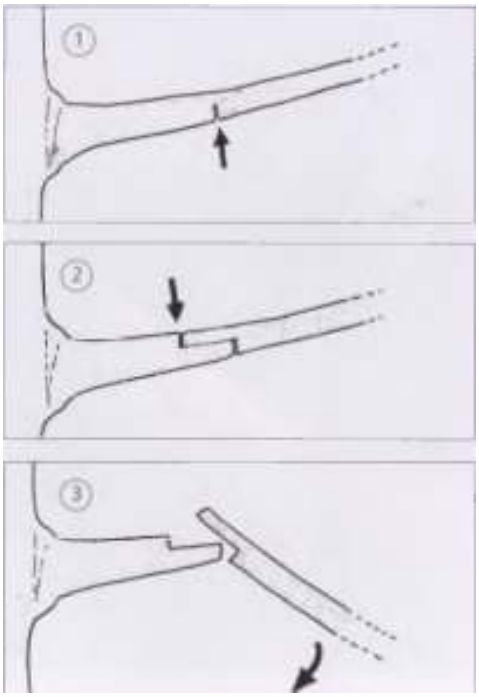
postavljanje lista pile na mjesto željenog reza, dominantna ruka drži pilu dok je nedominantna ruka na strani dominantne ruke te u slučaju rezanja slobodnog komada drveta koje nije fiksirano ni na kakav način na barem jednom kraju pridržava drvo koje se pili, jer svako lateralno pomicanje drveta u odnosu na smjer piljenja uzrokuje zapinjanje lista pile. Konkretno, ukoliko korisnik drži pilu desnom rukom, tada će lijeva ruka biti sa desne strane lista. Razlog takvog položaja je veća sigurnost, jer u slučaju da list pile naglo izađe iz reza neće se dogoditi da korisnik ozljedi nedominantnu ruku, pošto podlaktica nedominantne ruke blokira list sa gornje strane. Nakon postavljanja lista, laganim pokretima pilom naprijed i nazad, uz minimalan pritisak pile na drvo, koristeći u početku samo težinu pile uspostavlja se rez. Pokreti pilom na početku ove faze su male amplitude, a produbljivanjem reza amplituda se postepeno povećava. Remeteće okolnosti uspostavljanja reza mogu biti hrapava površina drveta ili oštri rubovi na mjestu reza. Nakon što je list pile cijelom svojom širinom ušao u drvo, korisnik za dodatnu sigurnost može staviti palac preko reza, odnosno iznad lista pile, time se osigurava da list ne može izaći iz svoga reza što korisniku daje maksimalnu slobodu i sigurnost da koristi snažne i nesputane pokrete guranja i povlačenja pile. Tijekom *faze rezanja* vrlo je bitno da se piljenje izvodi maksimalnom amplitudom tj. da se pili cijelom dužinom lista pile, dok će pritisak pile na drvo ovisiti o iskustvu korisnika, njegovoj izdržljivosti, te snazi ruku. Piljenje se mora izvoditi ravno bez lateralnih pomaka, u suprotnom list pile počinje

Slika 39. Položaj slobodne ruke tijekom faze rezanja (Mears, 2003).

zapinjati u rezu. Kako dugotrajno piljenje može biti vrlo naporno, velika je prednost ako osoba može kvalitetno izvoditi piljenje i nedominantnom rukom. Položaj tijela tijekom piljenja često se neće moći prilagoditi korisniku, primjerice tijekom piljenja grane iznad korisnikove glave. Takav rad može biti znatno energetski zahtjevniji, jer će se ruka ili pak neki dio tijela korisnika nalaziti u vrlo neprirodnom položaju koji zahtjeva aktivaciju dodatne muskulature za stabilizaciju pri takvom položaju. Ako je moguće prilagoditi radno okruženje i položaj tijela tijekom piljenja, vrlo je bitno osigurati stabilan i udoban položaj tijela, Freivalds (2004) sugerira kako je klečeći položaj energetski najučinkovitiji pri piljenju s dvije ruke, jer je potrebna manja aktivacija mišića stabilizatora trupa nego li u stojećem položaju. Mirka i sur. (2009) pokazali su kako se na različitim visinama piljenja jednom rukom (visina lakta, sredine prsne kosti i akromiona) aktiviraju različite mišićne skupine, primjerice biceps brachii je tijekom piljenja na visini akrimiona bio za 20% više utiliziran u odnosu na rad u visini lakta, dok je deltoidni mišić bio za 21% više utiliziran na visini lakta u odnosu na visinu akromiona. U istraživanju je korišteno osam različitih pila za arborikulturu koje su svojstvima i dimenzijama gotovo identične preklopnim pilama popularnim na tržištu opreme za boravak u prirodi, također sve korištene pile dizajnirane su tako da vrše rezanje prilikom pokreta vučenja.

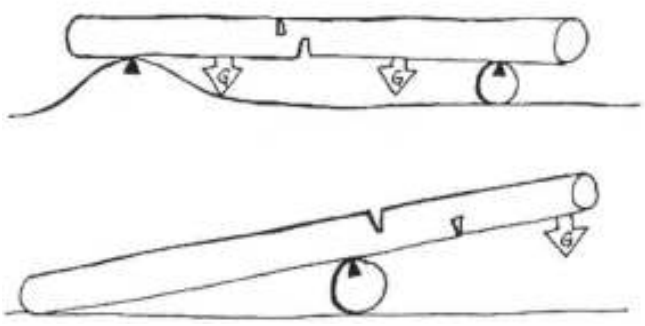


Dijagram 8. Prikaz razine aktivacije određenih mišića pri piljenju na različitim visinama. (Modificirano prema Mirka i sur. 2009). 1-flexsor digitorum, 2-extensor digitorum, 3-biceps brachii(duga glava), 4-biceps brachii(kratka glava), 5-m. deltoideus (stražnja vlakna), 6-m. infraspinatus, 7-latissimus dorsi



Slika 40. Rezanje grane (Mears, 2003)

Ponekad će se rezanje sa pilom izvoditi sa listom usmjerenim suprotno od tla, a najčešće u slučajevima kada je potrebno odrezati deblju granu sa stabla. Iako se na prvi pogled najlogičnije čini odrezati granu na način da se samo prepili odozgo prema dolje, takav način rezanja će prouzrokovati da grana pod vlastitom težinom počne pucati na mjestu reza, a to će uzrokovati otkidanje vlakana drveta duž grane, što može dodatno zakomplicirati potpuno odvajanje grane od stabla, a na taj način je gotovo nemoguće dobiti precizan i uredan rez. Zbog toga se rezanje debljih grana vrši tako da se najprije napravi rez sa donje strane grane, a dubina reza će ovisiti o tome u kojem će trenutku grana početi bočno pritiskati list pile što će biti znak za prestanak rezanja. Nakon toga potrebno je napraviti gornji rez koji će biti nekoliko centimetara bliži stablu u odnosu na donji rez. Pri rezanju gornjeg reza, kada se krajnje točke rezova nađu u gotovo istoj ravnini, grana će puknuti uzduž vlakana te će na mjestu reza ostati samo rez oblik stepenice. Isti se princip rezanja može primijeniti kada se želi prerezati debeli trupac koji leži na zemlji, samo što se u tom slučaju barem jedan kraj trupca treba podignuti od zemlje, a nakon prvog reza deblo se treba okrenuti na suprotnu stranu za drugi rez, a nakon napravljenih rezova gravitacija i vlastita težina stabla bi trebale učiniti da drvo pukne uzduž vlakana,



Slika 41. Rezanje trupca pilom (Kochanski, 2008).

ako ne pukne samo, dovoljno će biti udariti nogom po mjestu reza da drvo pukne da dva dijela.

Ako je potrebno prerezati tanji komad drveta a u blizini možda neće biti prikladnog oslonca na kojem bi se prerezalo, tada je moguće okrenuti pilu prema sebi te ju tijelom pritisnuti uz tlo te objema rukama uzeti komad rukama te ga povlačiti naprijed i natrag po listu pile do se ne prepolovi. Pošto je drvo koje će se koristiti za ogrjev potrebno precijepiti ukoliko je većeg promjera, to će biti moguće i sa pilom pod uvjetom da je komad drveta ravan i bez kvrga. Komad drveta se na nekoliko mjesta zareže do polovice njegovog promjera, a zatim se tim drvetom udari o drugo drvo što bi trebalo uzrokovati da se komadi između rezova odvoje uzduž vlakana.

Slika 42. Tehnika rezanja povlačenjem i guranjem drveta po listu pile (Kochanski 2008).

3.1. Sigurnosni aspekti korištenja alata za rezanje

Vrijednost oštrice u prirodi na nekom od alata je zaista nedvojbena, ali uvijek treba imati na umu da ta ista oštrica u sekundi nepažnje može ozbiljno ugroziti ljudski život. Naročito ako se osoba nalazi u izoliranim područjima, daleko od civilizacije i medicinske pomoći. Dovoljno je nepažnjom presjeći neku od većih arterija da osoba iskrvari do smrti za nekoliko minuta. Iz tog razloga korištenju oštrice treba pristupiti ozbiljno i odgovorno, kako prema sebi , tako i prema drugima. Svatko tko namjerava koristiti alate za rezanje trebao bi pri ruci uvijek imati set osnovne prve pomoći. Alati za rezanje poput noža i sjekire u većini slučajeva će kod iskusnijih korisnika biti oštri dovoljno da vrlo lako briju dlake s ruke ili s lakoćom režu tanki novinski papir, što je naravno poželjno, ali treba biti svjestan da će u takvim slučajevima svaka greška prouzrokovati vrlo veliku štetu na tijelu osobe. S druge strane pak, zatupljen rezni alat će uvijek biti opasniji od oštrog, koliko god to paradoksalno zvučalo, tupa oštrica je opasnija od oštre iz razloga što će tupi alat zahtijevati apliciranje većih sila na dršku

alata kao kompenzaciju za njegove oslabljene rezne sposobnosti, čime se nerijetko izgubi kontrola nad pokretom što može uzrokovati ozljedu. Tipičan primjer je rušenje drveta sa tupom sjekirom gdje se siječe pod oko 45° zbog čega će tupa sjekira vrlo lako „prokliziti“ i odbiti se od drveta u smjeru noge osobe ili čak glave ako se sječe odozdo prema gore. Također, bitno je dobro se upoznati sa alatom kojeg će se koristiti, dobro savladati sve tehnike korištenja, hvatove, optimalne posturalne položaje itd. Informacije mehaničkog i fizikalnog karaktera vezane za određeni rezni alat i objekte s kojima će se raditi također su bitne, jer na taj će način osoba znati koji su eventualni nedostaci alata ili kako eventualno modificirati alat za bolje i sigurnije korištenje. Svaki alat za rezanje treba imati svoju futrolu ili već nekakav način na koji će se držati na sigurnom, sa minimalnom mogućnosti da alat ozljedi osobu primjerice tijekom pada ili nošenja blizu svog tijela. Od tri spomenuta alata za rezanje u prethodnim poglavljima, sjekira je najopasnija za korištenje. Pri radu sa sjekirom razvijaju se velike sile koje mogu djelovati vrlo destruktivno pri srazu sa nekim dijelom ljudskog tijela. Zbog toga, prije svakog rada sa sjekirom treba se uvjeriti da je sjekira u dobrom stanju, dakle da je drška bez pukotina te da je glava čvrsto nasađena. Oštećena sjekira može biti jako opasna za ljude koji se nalaze u blizini, primjerice ako glava sjekire sklizne sa drške, može odletjeti nekoliko metara dalje te ozbiljno ozlijediti drugu osobu. Također, bez obzira s kakvom se sjekirom radi, treba izbjegavati koristiti sjekiru ako su ispred ili iza putanje sjekire druge osobe. Nadalje, sjekira se nikada ne koristi pri slabom svjetlu ili mraku, jer ponekad neće biti vidljive određene prepreke u prostoru u kojem će se raditi, tako na primjer osoba pri zamahu može zapeti za granu iznad glave što može uzrokovati podizanje tijela od tla te pad na leđa, a u najgorem slučaju i pad sjekire na osobu. Pri cijepanju manjih komada drveta za potpalu klasičnim načinom postavljanja okomito na panj, nikada ne treba rukom pridržavati drvo koje će se cijepati. Umjesto toga treba pokušati postaviti drvo da mirno stoji, primijeniti neku drugu tehniku cijepanja ili koristiti drvenu palicu kojom se može udarati po tjemenu sjekire te tako sigurno precijepiti drvo, takva tehnika ne bi trebala oštetiti sjekiru ako se koristi za cijepanje manjih komada tj. ako se koriste lagani udarci po tjemenu sjekire. Pri bilo kakvom sječenju sjekirom treba izbjegavati situacije u kojima je neki dio tijela na liniji kretanja oštrice sjekire, bez obzira nalazi li se na toj liniji drvo ili nešto slično. Nošenje zaštitnih naočala je vrlo preporučljivo pri radu sa sjekirom, a naročito ako se sječe ili cijepa suho

drvo iz kojeg se jako lako odbijaju sitni komadići drveta. Kako će se sa sjekirom ponekad trebati srušiti drvo, vrlo je važno prethodno se uvjeriti da u krošnji nema vidljivih suhih grana koje bi mogle pasti od vibracija prilikom sječenja. Ako se od guste krošnje ne vidi, tada se može tjemenom sjekire udariti u deblo nekoliko puta oprezno motreći krošnju drveta. Pri rušenju drveta nikada ne treba stajati u liniji sa usjecima u deblu tj. u smjeru i suprotno od smjera pada. Ponekad se dogodi da drvo zbog usjeka koji presijecaju uzdužna vlakna pukne uzduž te se odlomi velikom brzinom, podižući puknuti dio koji djeluje poput katapulta te može lako usmrtiti osobu. Kada drvo počne padati, treba se skloniti iza smjera pada i to najbolje pod kutom od oko 45° te na sigurnu udaljenost, ponekad se može dogoditi ako je drvo koje se ruši suho te vrlo visoko, te ako padne na drugo drvo, pukne na pola te gornji dio drveta padne u suprotnom smjeru rušenja što može ozlijediti osobu. U slučaju da srušeno drvo padne na mlado stablo te ga savije poput luka, a osoba ga mora posjeći jer mu smeta za daljnji rad, nikada ga ne treba sjeći blizu tla jer je takvo drvo poput opruge te presijecanjem vlakana ono može velikom brzinom krenuti prema gore i teško ozlijediti osobu, treba prvo presjeći drvo na polovici stvorenog „luka“ da se popusti napetost drveta, a tek tada ga treba posjeći blizu tla. Kao što je već spomenuto prije u tekstu, manja sjekira je opasnija za korištenje jer je veća vjerojatnost da će u slučaju da promaši cilj udariti u nogu ili glavu korisnika. Također manja sjekira je lakša i zbog kraće drške odnosno kraće poluge će se lakše odbiti prema korisniku ukoliko sjekira udari u kvrgu na drvetu. Vrlo je važno da se sjekira odnosno oštrica stavi u svoju futrolu kad god sjekira nije u upotrebi, a ako nema futrole tada sjekiru treba staviti na mjesto gdje nitko ne može stati na nju ili se ozlijediti na neki način. Pri hodanju sa sjekirom najbolje ju je nositi držeći ju za dršku malo ispod glave, a u slučaju eventualnog spoticanja i gubljenja ravnoteže najsigurnije je baciti sjekiru bočno od tijela.

Za razliku od sjekire, ljudi pri korištenju noža često ne vode toliko računa o osnovnim sigurnosnim mjerama, iz razloga što je većini ljudi nož vrlo blizak alat s kojim su gotovo svakodnevno u kontaktu, što stvara osjećaj samopouzdanja i sigurnosti pri radu. Međutim, kako se nož koristi za znatno veći broj poslova nego li sjekira, također je i veća mogućnost od ozljeđivanja. Vrlo je značajno spomenuti podatke iz jednog istraživanja u kojem su anketirani radnici koji su radili u industriji plastike a na radnom mjestu su koristili noževe za obradu i rezanje. Dobiveni rezultati upućivali su na to da

su se u 89% slučajeva ozljede događale na gornjim ekstremitetima (od toga 51% na prstima šake), 10% donjim ekstremitetima te 1% na ostalim dijelovima tijela (Health and Safety Executive, 2000). U većini slučajeva se ozljeđuje ruka koja pridržava objekt dok se sječe, iako ponekad se može dogoditi da zbog nedostatka štitnika za prst proklizi na oštricu pri ubadanju i guranju noža u tvrdi objekt. Pri radu s nožem najvažnije je pravilo da se izbjegava sječenje prilikom kojeg je bilo koji dio tijela na liniji djelovanja oštrice, pa čak i u slučaju kada je izloženi dio tijela naizgled zaštićen jer se objekt nalazi na liniji djelovanja oštrice. Također, pri dubljenju drveta vrhom oštrice, dubljenje se nikada ne izvodi u šaci nego se drvo postavi na tlo ili neki objekt te se na njemu radi dubljenje. Iako se u ovom radu nisu spominjali preklopni noževi, važno je upozoriti kako su takvi noževi vrlo opasni pri radovima gdje je potrebno okomito gurati nož prilikom na primjer dubljenja drveta, ili probijanja tvrđeg materijala, pri takvim radovima zna se dogoditi da se oštrica sklopi te posiječe prste korisnika, a pri većim silama moguće je i presijecanje prstiju. Ovaj problem je naročito istaknut kod preklopnih noževa bez ugrađenog sistema kočnice oštrice, iako ni kočnica nije garancija za sa samouvjereno i snažno okomito djelovanje na nož. Kada je pak nužno okomito djelovati na preklopni nož, tada se prsti trebaju maknuti sa mjesta na koje oštrica dolazi kada se nož sklopi. Jedna od opasnijih situacija koja je vrlo česta među korisnicima noža je ta da se pri sjedenju sječenje vrši iznad natkoljenica, primjerice pri šiljenju kraćeg štapa. Pri takvom načinu rada ukoliko nož „proleti“ kroz drvo te korisnik izgubi kontrolu nad pokretom, vrlo je moguće da će oštrica ozbiljno ozlijediti femoralnu arteriju, što vrlo lako može dovesti do iskrvarenja i smrti ukoliko se u kratkom roku ozljeda ne sanira. Zbog toga je uputno da se pri sjedenju osoba malo pretkloni trupom, osloni laktovima na koljena te u tom položaju vrši sječenje koje je potpuno sigurno. Jedno od vrlo bitnih pravila pri korištenju noža, a naročito pri slabijem svjetlu, je da se nož uvijek vrati u futrolu kada nije u upotrebi. Ostavljanjem noža sa nezaštićenom oštricom lako se dogodi da se osoba slučajno nasloni na njega te ozljedi. Prilikom vađenja noža iz korica koje se drže jednom rukom uvijek treba voditi računa da se prsti ne stavljaju na dio korica ispred oštrice jer postoji opasnost da pri vađenju noža oštrica prosječe futrolu te ozljedi prste. Potonje se najviše odnosi na velike noževe te futrole koje su od vrlo slabih i neotpornih materijala te još pri tome nekvalitetno izrađene. Također, s nožem u ruci ne treba obavlja neke druge poslove, poput vezanja čvorova,

Slika 43. Siguran način davanja noža drugoj osobi.

kupljenja stvari sa tla i sl., treba uvijek odložiti nož te onda obaviti zadatak. Kada je potrebno dati nož drugoj osobi, to je najsigurnije učiniti tako da se nož lagano okrene u šaci oko svoje transverzalne osi te se leđima polegne na dorzalni dio šake između palca i kažiprsta Najčešći način nošenja noža je na način da ga se nosi na remenu oko pojasa na strani dominantne ruke. Ovaj način je vrlo siguran, ali često nije najpraktičniji, naročito ako se nosi veliki ruksak sa pojasevima oko bokova, također, nož na remenu zna smetati pri sjedenju, a pri stavljanju noža uz malo nepažnje se lako dogodi da se vrhom noža zapne i podere odjeća kraj koje nož mora proći da bi dospio u futrolu. Zbog toga se neki ljudi odlučuju nositi nož obješenog oko vrata, što na prvi pogled može djelovati vrlo opasno te nepraktično. Iako je na osobi da odluči na koji će način nositi nož, treba reći da ovakav način ukoliko se pridržava nekih savjeta također može biti vrlo siguran. Prije svega ovakav način se ne odnosi na male nožiće koji su u futroli postavljeni tako da je vrh okrenut prema glavi korisnika, nego se odnosi na noževe sa čvrstom i dubokom futrolom koja seže barem do trećine drške ili njezine polovice. Nož mora tako tijesno ući u futrolu da pri okretanju futrole sa drškom prema tlu nož ne može ispasti van. Uzica na kojoj je nož se smije biti predugačka, nego treba biti u otprilike dugačka da kada se nož objesi oko vrata, kraj drške noža bude u razini donje trećine prsne kosti ili još malo više. Tako će se spriječiti da se pri padu osobe vrh noža s koricama okrene prema trbuhu osobe. Također, bitno je osigurati da se uzica može razdvojiti pri većim silama, jer to će spriječiti eventualne ozljede vrata pri zapinjanju uzice pri padu osobe, to se može učiniti različitim kopčama ili posebnim čvorom koji će se popustiti i odvezati se pri većim silama. Kao dodatna mjera sigurnosti je ta da se nož stavi unutar slojeva odjeća uz tijelo kada se ne koristi, tako će se spriječiti zapinjanje noža. Ovakav način nošenja noža popularizirao je Mors Kochanski koji tvrdi kako je na taj način uvijek svjestan da mu je nož uz njega, za razliku kada se nosi na remenu gdje mogu proći sati prije nego osoba primijeti da joj je nož tijekom hodanja ispao iz futrole.

Također, kaže kako je nož tako pristupačniji. Treba istaknuti da je vrlo nezgodno nositi teške i velike noževe na ovakav način, ali dobri primjeri noža za ovakvo nošenje su oni švedskog proizvođača Mora®, modeli Companion ili Bushcraft približne težine oko 100 grama.

Kako je već napisano prije u tekstu, pila za drvo je daleko manje opasna za korištenje u odnosu na sjekiru ili nož. Pila se koristi na svega nekoliko načina koji su vrlo sigurni, a također se koristi i samo za jednu vrstu rada, odnosno rezanje drveta. Iako, ako se pri rukovanju sa pilom ne poštuju osnovne sigurnosne mjere, moguće se vrlo ozbiljno ozlijediti, a porezotine pilom su naročito ozbiljne zbog toga što zupci na pili trgaju tkivo te je ranu teže sanirati nego li kod jednolike i ravne porezotine nožem. Kao što je ranije u tekstu navedeno pri piljenju je uvijek potrebno slobodnu ruku staviti na stranu one koja pili, blizu lista pile. Tako će podlaktica slobodne ruke zaustaviti list pile čim izađe iz reza. Nakon inicijacije reza, slobodna ruka se može prebaciti na suprotnu stranu lista te se za dodatnu sigurnost palac te ruke treba staviti na mjesto reza s gornje strane, što će spriječiti list pile da nekontrolirano izađe iz reza te ozljedi osobu. Kada pila nije u upotrebi treba ju staviti na mjesto gdje nitko neće zapeti za nju, a bitno je i da je list pile uvijek okrenut prema tlu. Ukoliko se radi o preklopnoj pili, nakon završetka rada list treba sklopiti. Pri prenošenju lista pile, važno je da je list zaštićen tj. da je se na njega stavi zaštitna navlaka koja će onemogućiti oštećivanje okolne tkanine ili predmeta, ukoliko se list prenosi u torbi ili negdje drugdje.

4. ZAKLJUČAK

Alati za rezanje čovjeku su od prapovijesti služili za zadovoljenje osnovnih fizioloških potreba. Već tisućama godina, nož i sjekira su najbliži čovjekovi alati bez kojih ne bi uspio preživjeti i opstati u nemilosrdnom prirodnom okolišu kroz svoj evolutivni razvoj. Koliko god su moderni način života i tehnološki razvoj potisnuli znanja i vještine korištenja oštrice u prirodi, one će zasigurno uvijek imati svoju vrijednost među ljudima kojima je boravak u prirodi način provođenja slobodnog vremena, posao ili splet nesretnih okolnosti. Sa stajališta kineziologa, znanja korištenja reznih alata mogu biti vrlo korisna, jer struka kineziologa često podrazumijeva provođenje određenih

programa u sklopu nastave ili sportskih-rekreacijskih aktivnosti u prirodi (terenska nastava, taborovanja, kampiranja, „team building“ programi, planinarenja), tijekom ovih aktivnosti, vješto korištenje oštrice će omogućiti prilagođavanje okoliša i korištenje prirodnih resursa za što ugodniji i sigurniji boravak u prirodi, dok će u situacijama nakon nesretnih okolnosti poput prirodnih katastrofa, nesreća, ozljeda i sl. biti od velike koristi pri osiguravanju najnužnijih ljudskih potreba.

LITERATURA:

1. Ashcroft, F. (2002). Life At The Extremes: The Science Of Survival. Berkeley: University Of California Press.
2. Baber, C. (2003). Cognition and Tool Use: Forms of engagement in human and animal use of tools. London: Taylor & Francis.
3. Baugh, D. (1993), The Miracle of Fire by Friction, *Bulletin of Primitive Technology*, 1(5)
4. Beard, C. D. (2008). The Book of Camp-Lore and Woodcraft. Boston: David R. Godine.
5. Beaudry, M. (2002). The Axe Wielder's Handbook. Marion: Horizon Pub & Dist Inc.
6. Bergson, H. (1922). Creative evolution. London: Macmillan.
7. Bottorff, S. (2010). Sharpening Made Easy: A Primer On Sharpening Knives And Other Edged Tools. Knoxville: Knife World Publications.
8. Bridgewater, A. (1997). Mastering Hand Tool Techniques: A Comprehensive Guide on How to Sharpen, Tune, and Use Classic Hand Tools to Add Power to Your Woodworking. New York: Skyhorse Publishing
9. Brown, T. et. al (2004). Cutting forces in foods: experimental measurements. *Journal of Food Engineering,* 70, 165–170.
10. Chadwick, E.K.J. et. al (1999). Biomechanics of knife stab attacks. *Forensic Science International,* 105, 35–44.
11. Cravetto, E. (ur.) (2007). Povijest 1 - Prapovijest i prve civilizacije. Zagreb: Europapress Holding D.O.O.

12. Dowgiallo, A. (2005). Cutting force of fibrous materials. *Journal of Food Engineering,* 66, 57–61.
13. Fowler, E. (1998). Knife Talk: The Art & Science of Knifemaking. Iola: Krause Publications.
14. Freivalds, A. (2004). Biomechanics of the Upper Limbs: Mechanics, Modeling, and Musculoskeletal Injuries. Boca Raton: CRC Press
15. Garrett, J. (1971). The adult human hand: some anthropometric and biomechanical considerations. *Human Factors*, 13, 117–131.
16. Graves, R. (1984). Australian bushcraft : a serious guide to survival and camping. Sydney: Dymocks.
17. Great Britain, Health and Safety Executive (2000). How to Reduce Your Hand Knife Injuries. *HSE information sheet: Plastics processing sheet* , 12
18. Guyton, A.C. (2005). Textbook of Medical Physiology, 11th Eleventh Edition. Philadelphia: Saunders Co.
19. Hack, G. (2001). Classic Hand Tools. Newtown: Taunton Press.
20. Hanson, R. A. (1977). An outdoor challenge program as a means of enhancing mental health. Children. In: Children, Nature, and the Urban Environment: Proceedings of a Symposium-Fair; Gen. Tech. Rep. NE-30. Upper Darby, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 170-173
21. Hinds, J. & Sparks, P. (2008). Engaging with the natural environment: The role of affectiveconnection and identity. *Journal of Environmental Psychology*, 28(2), 109–120.
22. Hrisoulas, J. (1987). The Complete Bladesmith: Forging Your Way To Perfection. Boulder: Paladin Press.
23. ŠUME U HRVATSKOJ (2009) /on line/. S mreže skinuto 06. ožujka 2012. S adrese: http://portal.hrsume.hr/index.php/hr/ume/opcenito/sumeuhrv
24. Scientific facts on forests (2006) /on line/. S mreže skinuto 06. ožujka 2012. S adrese: http://www.greenfacts.org/en/forests/l-2/2-extent-deforestation.htm
25. Broj akcija Hrvatske gorske službe spašavanja (2005) /on line/. S mreže skinuto 06. ožujka 2012. S adrese: http://www.gss.hr/akcije.htm
26. Hummel, R.E. (2004). Understanding Materials Science: History, Properties, Applications, Second Edition. New York: Springer

27. Juranich, J. (2000). The Razor Edge Book of Sharpening. Ely: Razor Edge Systems, Inc.
28. Kals, E. et al. (1999). Emotional affinity toward nature as a motivational basis to protect nature. *Environment and Behavior* , 31, 178–202.
29. Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). The Experience Of Nature: A Psychological Perspective. Cambridge: Cambridge University Press.
30. Kauffman, H.J. (2007). American Axes: A Survey Of Their Development And Their Makers. Morgantown: Masthof Press.
31. Kochanski, M. (2008). Bushcraft: Outdoor Skills and Wilderness Survival. Edmonton: Lone Pine Publishing
32. Leach, J. (2004). Survival Psychology. Houndmills, Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan.
33. Lee, L. (1995). The Complete Guide to Sharpening. Newtown: Taunton Press
34. Mackay, G. J., Neill, J.T., (2010). The effect of "green exercise" on state anxiety and the role of exercise duration, intensity, and greenness: A quasi-experimental study. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(3), 238–245.
35. Maller C. et. al (2005). Healthy nature healthy people: 'contact with nature' as an upstream health promotion intervention for populations. *Health Promotion International*, 21(1), 45-54.
36. Mason, B.S. (1954). Woodsmanship. New York: A.S. Barnes.
37. McGorry, R.W. et. al (2003). Cutting moments and grip forces in meat cutting operations and the effect of knife sharpness. *Applied Ergonomics,* 34, 375 – 382.
38. McGorry, R.W. et. al (2005). The effect of blade finish and blade edge angle on forces used in meat cutting operations. *Applied Ergonomics*, 36(1), 71-77.
39. McLaren, P. (1929). Axe manual of Peter McLaren, America's champion chopper. St. Louis: Fayette R. Plumb
40. Mears, R. (1990). The Survival Handbook: A Practical Guide to Woodcraft and Woodlore. Oxford: Oxford Illustrated Press.
41. Mears, R. (2003). Essential Bushcraft. London: Hodder Pb.
42. Mirka, G. A. et. al (2009). An evaluation of arborist handsaws. *Applied Ergonomics*. 40(1), 8–14.

43. Murphy, T. P. (1999). The human experience of wilderness. *The Electronic Journal of Communication,* 9(2, 3, 4).
44. Napier, J.R. (1956). The prehensile movements of the human hand. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 38(4), 902-913.
45. Päivinen, M., Heinimaa, T. (2009). The usability and ergonomics of axes. *Applied Ergonomics*, 40(4), 790–796.
46. Passmore, R., Durnin J. V. (1955). Human energy expenditure**.** *Physiological Reviews,* 35(4), 801-840.
47. Peters, R. (2001). Woodworker's Hand Tools: An Essential Guide. New York: Sterling.
48. Piantadosi, C. A. (2003). The Biology of Human Survival: Life and Death in Extreme Environments**.** Oxford: Oxford University Press.
49. Pryor, A. (2003). The Outdoor Experience Program: *Wilderness Journeys for Improved Relationships with Self, Ot hers and Healthy Adventure*. In Richards, K.& Smith, B. (Ed.) Therapy within Adventure . Proceedings of the Second International Adventure Therapy Conference Proceedings. University of Augsburg, 2000. Zeil.
50. Record, S. J. (2010). The Mechanical Properties of Wood - Including a Discussion of the Factors Affecting the Mechanical - Properties, and Methods of Timber Testing. Bel Air: Qontro Classic Books
51. Rolian et al. (2011). Hand biomechanics during simulated stone tool use. *Journal of Human Evolution*, 61(1), 26–41.
52. Ryan R. M. et. al (2010). Vitalizing effects of being outdoors and in nature. *Journal of Environmental Psychology*, 30(2), 159–168.
53. Seeling, U. (1998). Bending characteristics of Hickory (*Carya ovata* K. Koch) wood grown in Germany. *Wood Science and Technology*, 32(5), 367-372.
54. Semaw, S., (2000). The World's Oldest Stone Artefacts from Gona, Ethiopia: Their Implications for Understanding Stone Technology and Patterns of Human Evolution Between 2·6–1·5 Million Years Ago. *Journal of Archaeological Science*, 27, 1197–1214.
55. Shea, J.J. (2011). Stone Tool Analysis and Human Origins Research: Some Advice from Uncle Screwtape. *Evolutionary Anthropology,* 20, 48–53.

56. Straka, C.J. (1982). An Examination Of Wilderness Therapy. Bar Harbor: Senior Project.
57. Talbot, J.F. & Kaplan, S. (1986). Perspectives On Wilderness: Re-Examining The Value Of Extended Wilderness Experiences. *Journal of Environmental Psychology,* 6, 177—188.
58. Tresemer, D. (1981). Splitting Firewood. Brattleboro, Vermont: Green River Tools.
59. Verhoeven, J.D. (2004). Experiments On Knife Sharpening, Department of Materials Science and Engineering. Ames: Iowa State University.
60. Verhoeven, J.D. (2005). Metallurgy of Steel for Bladesmiths & Others who Heat Treat and Forge Steel. Ames: Iowa State University.
61. Weisgerber, B. (1999). An Ax to Grind, A Practical Ax Manual. Washington: USDA Forest Service.
62. Wenke, R. & Olszewski, D. (2007). Patterns in Prehistory Humankinds First Three Million Years,5th edition. Oxford: Oxford University Press.
63. Wilder et al. (1985). Biomechanics of woodsplitting. 11th Northeast Bioengineering Conference, March 14.-15., 283-284.
64. Wilson, S. J. & Lipsey, M.W. (2000). Wilderness challenge programs for delinquent youth: a meta-analysis of outcome evaluations. *Evaluation and Program Planning*, 23(1), 1–12.